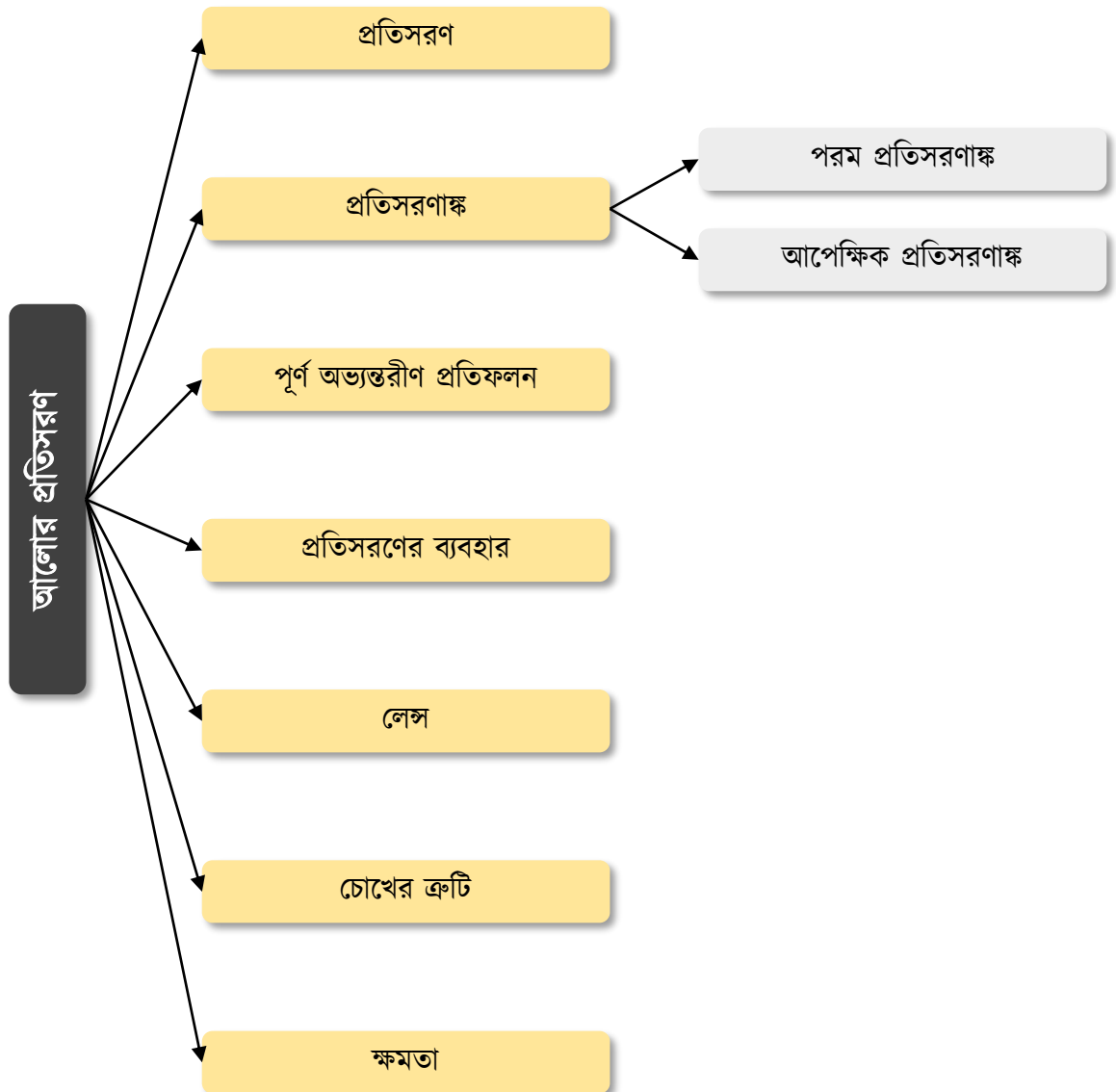
অধ্যায় ৯

আলোর প্রতিসরণ

MAIN TOPIC

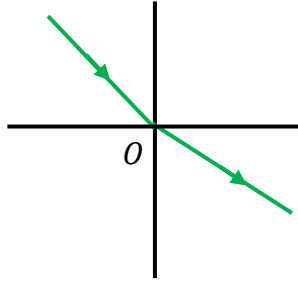
আলোর প্রতিসরণ

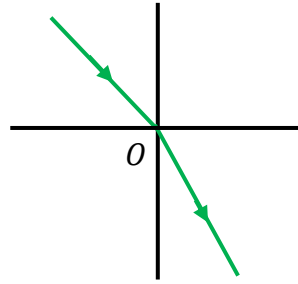
- প্রতিসরণ
- প্রতিসরণাঙ্ক
  - পরম প্রতিসরণাঙ্ক
  - আপেক্ষিক প্রতিসরণাঙ্ক
- পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন
- প্রতিসরণের ব্যবহার
- লেন্স
- চোখের ত্রুটি
- ক্ষমতা

আলোর প্রতিসরণ

আলোক রশ্মি এক সচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য সচ্ছ মাধ্যমে তীর্যকভাবে প্রবেশ করলে দুই মাধ্যমের বিভেদতলে এর দিক পরিবর্তন হয়। এই দিকে পরিবর্তনের ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে।

এই দিক পরিবর্তন দুই ভাবে হয়ে থাকে :

i. আলো ঘন মাধ্যম থেকে হালকায় প্রবেশ করলে অভিলম্বের থেকে দূরে সরে যায়।

O

ii. আলো হালকা থেকে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করলে অভিলম্বের কাছে আসে।

O

নোট : যে মাধ্যমের ঘনত্ব বেশি সেটি তত ঘন।

প্রতিসরণের প্রথম সূত্র: আপতন রশ্মি এবং লম্ব দিয়ে আমরা যে সমতলটি কল্পনা করে নিয়েছি প্রতিসরিত রশ্মি সেই একই সমতলে থাকবে।

প্রতিসরণের দ্বিতীয় সূত্র: প্রথম মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক $n1$, দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক $n2$, আপতন কোণ $\theta 1$, এবং প্রতিসরিত কোণ $\theta 2$ হলে

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

প্রতিসরণাঙ্ক

দুটি মাধ্যমের আপতন কোণ ও প্রতিসরণ কোণের sin এর অনুপাতকে ঐ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

প্রথম মাধ্যম a ও দ্বিতীয় মাধ্যম b হলে a এর সাপেক্ষে b এর প্রতিসরণাঙ্ক,

প্রতিসরণাঙ্ক দুই প্রকার। যথা:

i. **পরম প্রতিসরণাঙ্ক:** শূন্য মাধ্যমের সাপেক্ষে অন্য কোনো মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কে পরম প্রতিসরণাঙ্ক বলে। একে $\eta_{(\text{মাধ্যম})}$ দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

কয়েকটি মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক:

মাধ্যম	প্রতিসরণাঙ্ক
শূন্য মাধ্যম	1.00
বাতাস	1.00023
পানি	1.33
কাচ	1.52
হীরা	2.42

ii. **আপেক্ষিক প্রতিসরণাঙ্ক:** কোনো আলোক রশ্মি যখন এক সচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য সচ্ছ মাধ্যমে তীর্যকভাবে প্রবেশ করলে এক মাধ্যমের সাপেক্ষে অন্য মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক আপেক্ষিক প্রতিসরাঙ্ক বলে। একে ${}^{\text{মাধ্যম}}\eta_{\text{মাধ্যম}}$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

যেমন: বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক

বায়ু ← $^{a}\eta_{w} = 1.33$
↓
পানি

আপেক্ষিক প্রতিসরণাঙ্ক, পরম প্রতিসরণাঙ্ক ও আলোর বেগে মধ্যে সম্পর্ক:

$$^{a}\eta_{w} = \frac{\eta_{w}}{\eta_{a}} = \frac{c_{a}}{c_{w}}$$

$^{a}\eta_{w}$ = বায়ুর সাপেক্ষে প্রতিসরণাঙ্ক

η_{w} = পানির পরম প্রতিসরণাঙ্ক

η_{a} = বায়ুর পরম প্রতিসরণাঙ্ক

c_{a} = বাতাসে আলোর বেগ

c_{b} = পানিতে আলোর বেগ

❑ **পানির পরম প্রতিসরণাঙ্ক 1.33 এবং কাচের পরম প্রতিসরণাঙ্ক 1.52 হলে পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক কত?**

সমাধান:

আমরা জানি,

$$^{w}\eta_{g} = \frac{\eta_{g}}{\eta_{w}} = \frac{1.52}{1.33} = 1.14$$

প্রতিসরণাঙ্কের কোনো একক হয় না।

প্রতিসরণাঙ্কের আরেকটির সূত্র:

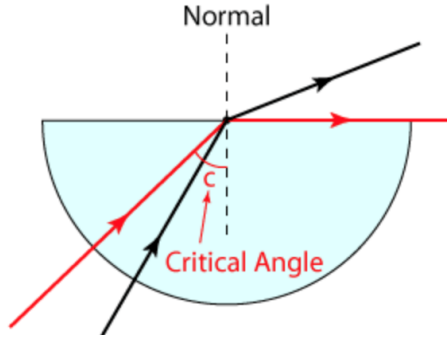
$$^{g}\eta_{w} = \frac{1}{^{w}\eta_{g}}$$

$^{g}\eta_{w}$ = কাচের সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক

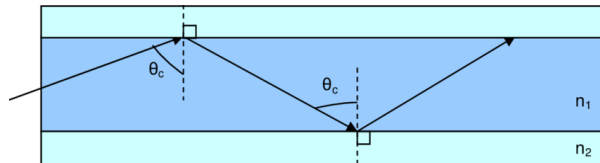
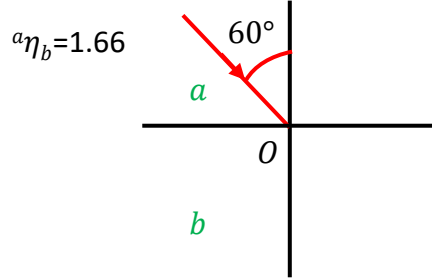
$^{w}\eta_{g}$ = পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক

ক্রান্তি কোণ:

ঘন মাধ্যম থেকে আলোক রশ্মি যখন হালকা মাধ্যমে প্রতিসরিত হয় তখন আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণের মান 90° হয় সে কোণকে দুই মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ বলে। একে θ_c দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\sin\theta_C = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{{}_1\eta_2}$$

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন:

ঘন মাধ্যমে সংকট কোণের চেয়ে বড় কোণে আলোক রশ্মি আপতিত হলে আলোক রশ্মি পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসে। এই ফিরে আসাকে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন বলে।

$$\sin\theta_C = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{{}_1\eta_2}$$

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলণ হবে কি-না?

সমাধান:

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হতে হলে আপতন কোণ এর মান ক্রান্তি কোণ থেকে বেশি হতে হবে।

এখানে,

$$\sin\theta_C = \frac{1}{{}^{a}\eta_b}$$

বা, $$\sin\theta_C = \frac{1}{1.66}$$

$$= 0.6024$$

বা, $$\theta_C = \sin^{-1}(0.6024)$$

$$= 37°$$

$$\therefore i > \theta_C$$

∴ পূর্ণ অভ্যন্তরীন প্রতিফলন হবে।

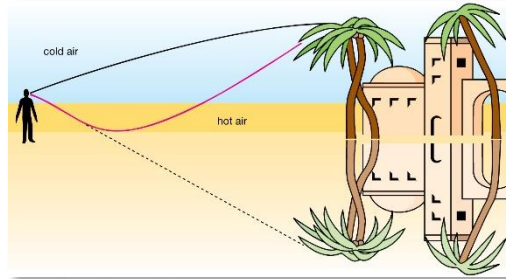
রংধনু

রংধনু সৃষ্টির কারণ:

বৃষ্টির পর বায়ুমন্ডলে অনেক পানির কণা বা জলীয়বাষ্প ভেসে বেড়ায়, বিপরীত দিকে থাকা সূর্যের আলো যখন এই পানির কণার ভিতর দিয়ে যায় তখনই আলো তার প্রতিসরণ ও বিচ্ছুরণ ধর্মের কারণে সাতটি ভিন্ন ভিন্ন রঙে বিভক্ত হয়ে (এটিই বিচ্ছুরণ) এবং ধনুকের মতো ভিন্ন ভিন্ন কোণে (আলোর ভিন্ন ভিন্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কারণে) বেঁকে গিয়ে আমাদের চোখে ধরা পড়ে। (সূর্যের রঙ কেবল হলুদ নয়, আরো ভিন্ন ভিন্ন রঙের সমষ্টি যা আমরা খালিচোখে দেখতে পাই না।)

লাল রঙটি 42° কোণে এবং বেগুনী রঙটি 40° কোণে বাঁকে। অর্থাৎ সাতটি রঙ এর সাতটি কোণই 40° – 42° এর মধ্যে থাকে। তাই রঙগুলো পাশাপাশি সারিবদ্ধভাবে অবস্থান করে সুন্দর একটি রংধনুর সৃষ্টি হয়।

মরীচিকা

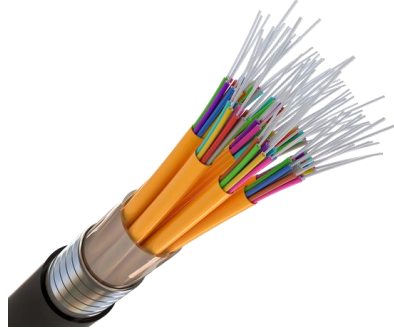
পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের জন্য দৃষ্টির ভ্রমকে মরীচিকা বলে।

মরীচিকার কারণ:

মরীচিকা হচ্ছে আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের ফল। আলোকরশ্মি যখন ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন প্রতিসরণের দরুণ অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যায়। আর আলো যখন ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় মানের কোণে বিভেদতলে আপতিত হয় তখন প্রতিসরিত না হয়ে প্রথম মাধ্যমেই ফিরে আসে। আর এভাবেই ঘটে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন। আর এর ফলেই সৃষ্টি হয় মরীচিকার। মরুভূমিতে দিনের বেলায় দেখা যায় এই মরীচিকা। এটা আসলে এক রকমের দৃষ্টিভ্রম। মরুভূমিতে পথিকদের কাছে মনে হয় তার সামনেই অল্প দূরত্বে পানি রয়েছে। কিন্তু সামনে গেলেই দেখা যায় যে সেখানে আসলে কোন পানি নেই। পথিক কখনোই সেই পানির কাছে পৌঁছাতে পারে না কেননা এই একটি আলোকীয় অলীক ঘটনা।

মরুভূমিতে দূরে কোন গাছ A থেকে আলোকশ্মি পথিকের চোখে আসার সময় ঘনতর মাধ্যম থেকে লঘুতর মাধ্যমে প্রবেশ করতে থাকে। ফলে প্রতিসরিত রশ্মিটি তার অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যেতে থাকে। এভাবে বাঁকতে বাঁকতে একসময় এমন একটা স্তরে আসে যখন আপতণ কোণ ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় হবে। এইসময় আলোক রশ্মির প্রতিসরণ না হয়ে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে এবং আলোকরশ্মি উপরের দিকে উঠে বাঁকা পথো পাথিকের চোখ পৌঁছাবে। এখন এই রশ্মিকে যদি পেছনের দিকে বাড়ানো হয় তাহলে মনে হবে যে সেটি B বিন্দু থেকে আসছে। ফলে B অবস্থানে তার উল্টা বিম্ব দেখা যাবে। এইভাবে আকাশ বা দূরবর্তী গাছপালা, ঘরবাড়ি সবকিছুরই উল্টা বিম্ব দেখা যাবে। কিন্তু পথিকের চোখ আলোর এই ঘটনা ধরতে পারে না।

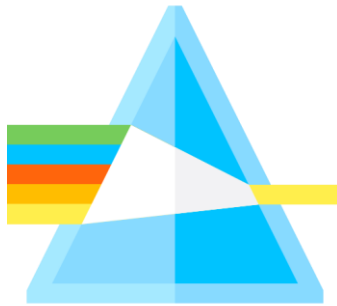
তার কাছে মনে হয় যেন ভূপৃষ্ঠ থেকে আলোর প্রতিফলন হচ্ছে, যেমনটা ঘটে সাধারণত আয়না বা দর্পণের ক্ষেত্রে। সে মনে করবে যে সামনে কোন জলাশয় আছে এবং তাতে প্রতিফলন হচ্ছে। পথিকের কাছে জলাশয়ের দূরত্ব সবসময় একই মনে হবে। এই দূরত্ব নির্ভর করবে ভূপৃষ্ঠ থেকে পথিকের চোখের উচ্চতার উপর। আর এভাবেই ঘটে মরীচিকা সৃষ্টির ঘটনা।

অপটিক্যাল ফাইবার

অপটিক্যাল ফাইবার হলো কাঁচ বা প্লাষ্টিকের খুব সরু দীর্ঘ নমনীয় ফাইবার দ্বারা গঠিত নল।

এর প্রতিসরণাংক 1.7 এর ভিতরের অংশকে কোর বলে যার প্রতিসরণাংক 1.5, বাইরের অংশের নাম ক্লাড যার প্রতিসরণাংক 1.45। এখানে কোর থেকে ক্ল্যাডে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হয়।

পেরিস্কোপ

দূরের কোনো জিনিস সরাসরি দেখতে বাধা থাকলে একটি লম্বা আয়তাকার কাঠ বা ধাতব নলের মধ্যে দুটি সমতল দর্পণকে পরস্পরের সমান্তরাল এবং নলের অক্ষের সাথে 45° কোণ করে রেখে আলোক রশ্মির দিক পরিবর্তন করে আমরা সরাসরি দেখতে পাই না এমন বস্তুকেও দেখতে পাই। সমতল দর্পন ব্যবহার করে এভাবে যে যন্ত্র তৈরি করা হয় তাকে পরিস্কোপ বলে। ভীড়ের মধ্যে খেলা দেখা, উঁচু দেয়ালের উপর দিয়ে দেখা, শত্রু সৈন্যের গতিবিধি পর্যবেক্ষণ ইত্যাদি কাজে পেরিস্কোপ ব্যবহার করা হয়। ডুবোজাহাজে প্রিজম ব্যবহার করে আরো উন্নত ধরনের পেরিস্কোপ ব্যবহার করা হয়। বর্তমানে পরিস্কোপ কে আরও শক্তিশালী করার জন্য দর্পন এর পরিবর্তে প্রিজম ব্যবহার করা হয়।

প্রিজম

কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের দুই পৃষ্ঠ সমান্তরাল না হলে তাকে প্রিজম বলে।

লেন্স ও তার প্রকারভেদ

দুইটি গোলীয় পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।

লেন্স দুই রকমের হয়: উত্তল লেন্স বা অভিসারী লেন্স ও অবতল লেন্স বা অপসারী লেন্স।

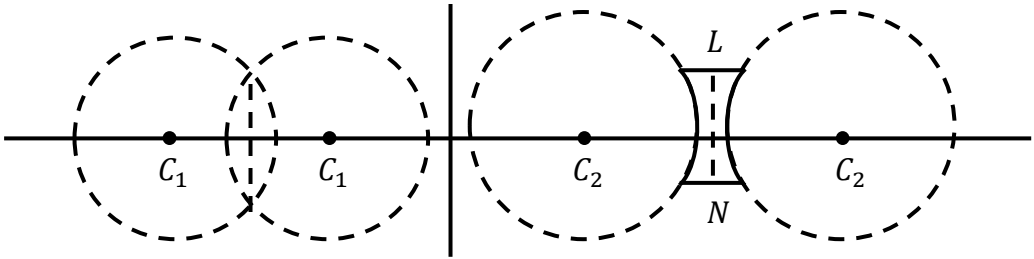
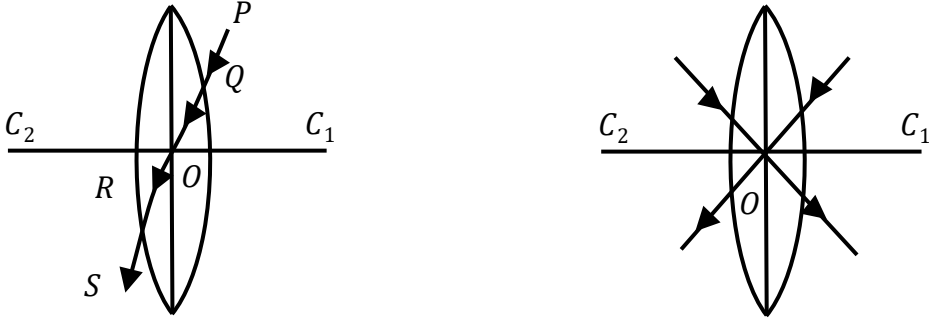
উত্তল লেন্স: যে লেন্সের মধ্যভাগ পুরু এবং প্রান্তভাগ সরু তাকে উত্তল লেন্স বলে। উত্তল লেন্সের উপর সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ আপতিত হলে প্রতিসরণের পর নির্গত হওয়ার সময় অভিসারী করে বলে উত্তল লেন্সকে অভিসারী লেন্সও বলে।

অবতল লেন্স: যে লেন্সের মধ্যভাগ সরু এবং প্রান্তভাগ ক্রমশ পুরু তাকে অবতল লেন্স বলে। অবতল লেন্সে সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ আপতিত হলে প্রতিসরণের পর নির্গত হওয়ার সময় অপসারী হয় বলে অবতল লেন্সেকে অপসারী লেন্সও বলে।

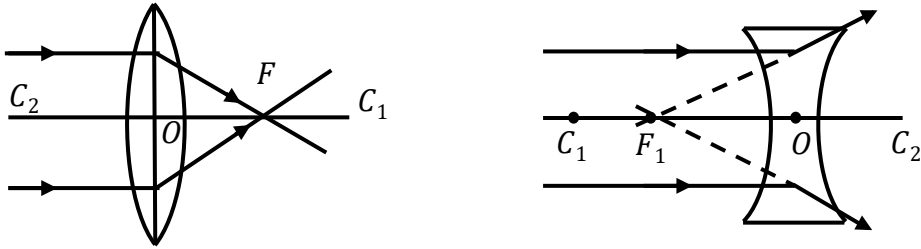
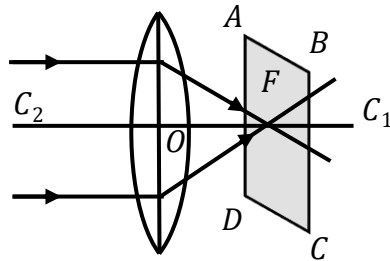
লেন্স সংক্রান্ত কয়েকটি সংজ্ঞা

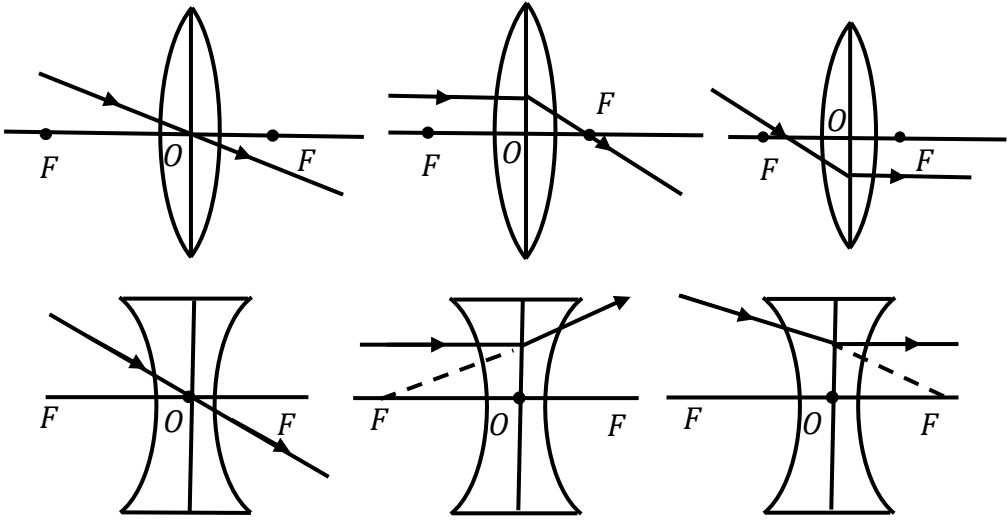
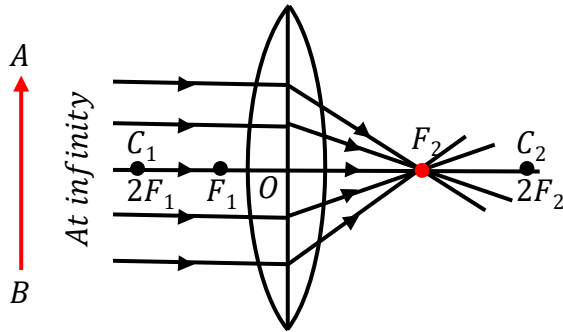
বক্রতার কেন্দ্র: লেন্সের উভয় পৃষ্ঠই এক একটি নির্দিষ্ট গোলকের অংশ। প্রত্যেক গোলকের কেন্দ্রকে ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্র বলে। চিত্রে C_1 এবং C_2, LN লেন্সের দুইটি বক্রতা কেন্দ্র। যদি লেন্সের কোনো একটি পৃষ্ঠ গোলীয় না হয়ে সমতল হয় তবে তার বক্রতা কেন্দ্র অসীমে অবস্থিত হবে।

প্রধান অক্ষ: লেন্সের দুইটি গোলীয় পৃষ্ঠ থাকে। এই পৃষ্ঠদ্বয়ের বক্রতা কেন্দ্র দুইটি যোগ করলে যে সরলরেখা পাওয়া যায় তাকে ঐ লেন্সের প্রধান অক্ষ বলে। চিত্রে, C_1C_2 সরলরেখাটি লেন্সের প্রধান অক্ষ।

C_1 C_1 C_2 L N C_2

আলোক কেন্দ্র: আলোক কেন্দ্র হলো লেন্সের মধ্যে প্রধান অক্ষের উপর অবস্থিত একটি নির্দিষ্ট বিন্দু, যার মধ্য দিয়ে কোনো রশ্মি অতিক্রম করলে প্রতিসরণের পর লেন্সের অপর পৃষ্ঠ থেকে নির্গত হওয়ার সময় আপতিত রশ্মির সমান্তরালভাবে নির্গত হয়। চিত্রে লেন্সের একপৃষ্ঠে PQ রশ্মি আপতিত হয়ে QR পথে প্রতিসৃত হয়েছে। এই রশ্মি অপর পৃষ্ঠ থেকে RS পথে নির্গত হয়েছে। নির্গত রশ্মি RS এবং আপতিত রশ্মি PQ পরস্পর সমান্তরাল। এখন লেন্সের মধ্যে প্রতিসৃত রশ্মি QR প্রধান অক্ষ C_1C_2 কে O বিন্দুতে ছেদ করছে, O বিন্দু হলো লেন্সের আলোক কেন্দ্র।

লেন্সটি যদি পাতলা হয় তবে আলোক কেন্দ্র হচ্ছে লেন্সের মধ্যে অবস্থিত প্রধান অক্ষের উপর এমন একটি বিন্দু যে বিন্দু দিয়ে আলোক রশ্মি আপতিত হলে দিক পরিবর্তন না করে প্রতিসৃত হয়।

প্রধান ফোকাস: লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল এবং নিকটবর্তী রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দুতে মিলিত হয় (উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে) অথবা যে বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (অবতল লেন্সের ক্ষেত্রে), সেই বিন্দুকে লেন্সের প্রধান ফোকাস বলে। চিত্রে লেন্সের প্রধান ফোকাস F।

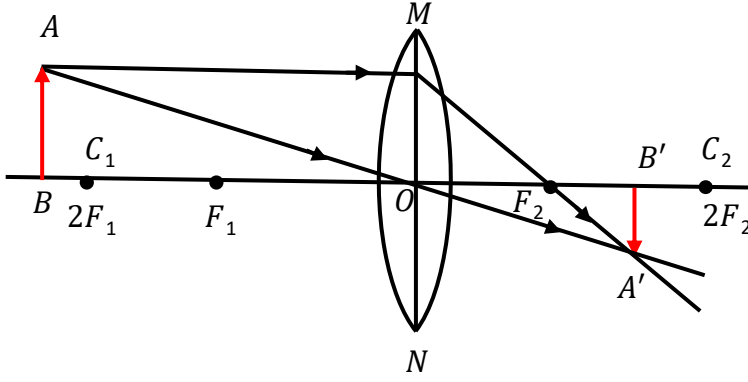
ফোকাস দূরত্ব: লেন্সের আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে। চিত্রে OF লেন্সের ফোকাস দূরত্ব। ফোকাস দূরত্বকে f দ্বারা সূচিত করা হয়।

ফোকাস তল: প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে লেন্সের প্রধান অক্ষের সঙ্গে লম্বভাবে অবস্থিত কল্পিত সমতালকে লেন্সের ফোকাস তল বলে। চিত্রে $ABCD$ হচ্ছে ফোকাস তল।

লেন্সে রশ্মি চিত্র অঙ্কনের নিয়মাবলী

1. লেন্সের আলোক কেন্দ্র দিয়ে আপতিত রশ্মি প্রতিসরণের পর সোজাসুজি চলে যায়
2. লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল রশ্মি প্রতিসরণের পর প্রধান ফোকাস দিয়ে যায় (উত্তল লেন্সে) বা প্রধান ফোকাস থেকে আসছে বলে মনে হয় (অবতল লেন্সে)
3. লেন্সের প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে (উত্তল লেন্সে) বা প্রধান ফোকাস অভিমুখী (অবতল লেন্সে) আপতিত রশ্মি প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের সমান্তরাল হয়ে যায়।

ঘটনা ১

আকার: খুবই ছোট (বিন্দুমাত্র)

প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো

অবস্থান: প্রধান ফোকাসে

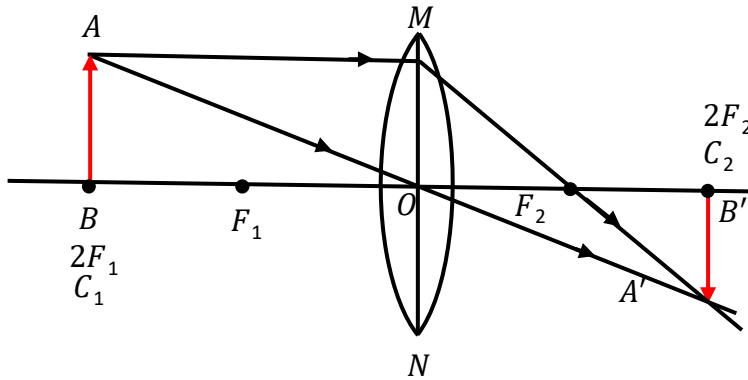
ঘটনা ২

বস্তু অসীম ও বক্রতার কেন্দ্রের মাঝে থাকলে

আকার: ছোট

প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো

অবস্থান: ফোকাস ও বক্রতার কেন্দ্রের মাঝে

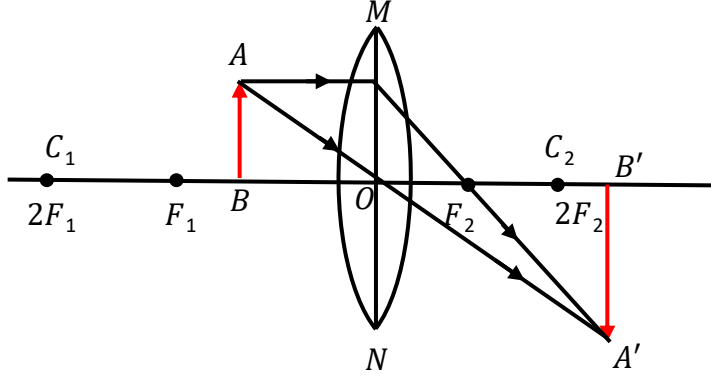
ঘটনা ৩

বস্তু বক্রতার কেন্দ্রে থাকলে

আকার: সমান

প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো

অবস্থান: বক্রতার কেন্দ্রে

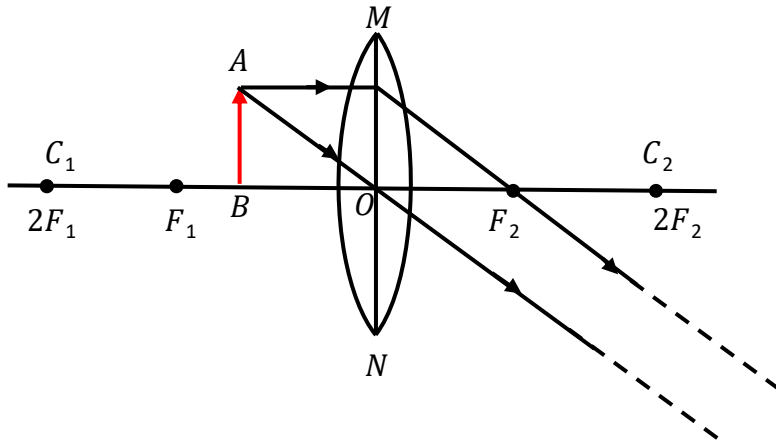
ঘটনা ৪

বস্তু ফোকাস ও মেরুর মাঝে থাকলে

আকার: বড়

প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো

অবস্থান: অসীম ও বক্রতার মাঝে

ঘটনা ৫

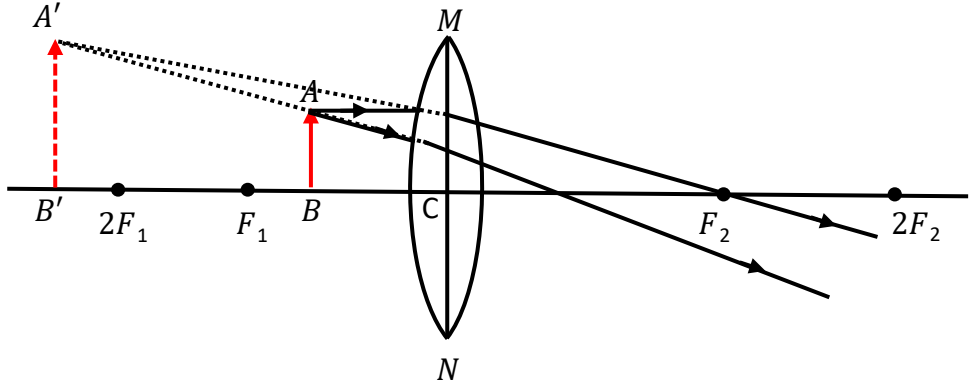
বস্তু ফোকাসে থাকলে

আকার: খুবই বড়

প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো

অবস্থান: অসীমে

ঘটনা ৬

ফোকাস ও আলোক কেন্দ্রের মাঝে থাকলে

A' M A B' $2F_1$ F_1 B C F_2 $2F_2$ N

আকার: বড়

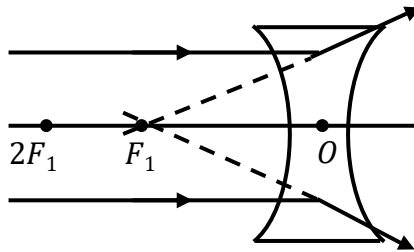
প্রকৃতি: অবাস্তব ও সোজা

অবস্থান: লেন্স এর যে পার্শে বস্তু ছিল সে পাশেই।

অবতল লেন্স এর ক্ষেত্রে দুইটি ঘটনা ঘটতে পারে।

ঘটনা ১

বস্তু অসীমে থাকলে।

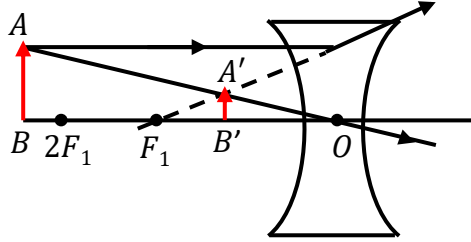
$2F_1$ F_1 O

আকার: খুবই বড়

প্রকৃতি: অবাস্তব ও সোজা

অবস্থান: বস্তু যে পার্শ্বে ছিল সে পাশের ফোকাসে

ঘটনা ২

বস্তু সসীম দূরত্বে

A A' B $2F_1$ F_1 B' O

আকার: ছোট

প্রকৃতি: অবাস্তব ও সোজা

অবস্থান: বস্তু যেদিকে ছিল সেদিকে

চোখের উপযোজন: আমরা জানি, কোনো বস্তু আমরা তখনই দেখতে পাই যখন বস্তুটি থেকে আলো এসে আমাদের চোখে পরে। যেকোনো দূরত্বের কোনো লক্ষ্যবস্তু দেখার জন্য চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নিয়ন্ত্রণ করার ক্ষমতাকে চোখের উপযোজন বলে।

স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব: যে ন্যূনতম দূরত্ব পর্যন্ত চোখ বিনা শ্রান্তিতে স্পষ্ট দেখতে পায় তাকে স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব বলে। স্বাভাবিক চোখের জন্য এর মান ২৫ সেন্টিমিটার। চোখ থেকে ২৫ সেন্টিমিটার দূরবর্তী বিন্দুকে চোখের নিকট বিন্দু বলে। কোনো বস্তু ২৫ সেন্টিমিটার এর কম দূরে থাকলে স্পষ্ট দেখতে পায় না।

দর্শনানুভূতির স্থায়িত্বকাল: চোখের সামনে থেকে কোনো বস্তুকে সরিয়ে নিলে সরিয়ে নেওয়ার $0.3\, sec$ পর্যন্ত এর অনুভূতি মস্তিষ্কে থেকে যায়। একে দর্শনানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে।

স্বাভাবিক চোখের দৃষ্টির পাল্লা $25\, cm$ থেকে অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত অর্থাৎ, স্বাভাবিক চোখ $25\, cm$ থেকে অসীম দূরত্বের মধ্যে যেকোন বস্তু স্পষ্ট দেখতে পায়। যদি কোনো চোখ এই পাল্লার মধ্যে কোনো বস্তুকে স্পষ্ট দেখতে না পায় তাহলে সেই চোখ ত্রটিপূর্ণ বলে ধরা হয়। চোখে প্রধানত দুই ধরনের ত্রুটি দেখা যায়। যথা--

i. হ্রস্ব দৃষ্টি (Short sight or Myopia)
ii. দীর্ঘ দৃষ্টি (Long sight or Hypermetropia)

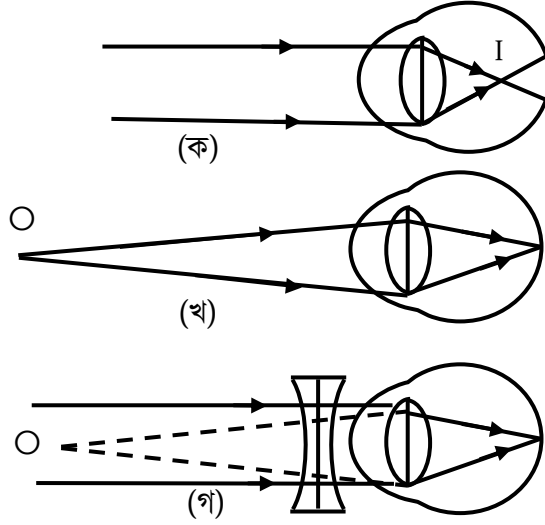
১. হ্রস্ব দৃষ্টি: এই ত্রুটিগ্রস্ত চোখ দূরের জিনিস ভালোভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায়। এমনকি এই চোখের নিকট বিন্দু $25\ cm$ এরও কম হয়। সুতরাং চোখের নিকটবিন্দু $25\ cm$ এরও কম হলে সেটাও হ্রস্ব দৃষ্টি।

কারণ: অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এই ত্রুটি দেখা দেয়। (ক)

I

(ক)

(খ)

(গ)

ত্রুটির ফল: এক্ষেত্রে অনেক দূরবর্তী বস্তু থেকে আগত সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার সামনে I বিন্দুতে মিলিত হয়। [চিত্র (ক)] ফলে লক্ষ্যবস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। এই চোখের দূরবিন্দু অসীমের পরিবর্তে F বিন্দুতে হয় তাই এই চোখ F এর বেশি দূরের কোনো বস্তু স্পষ্ট দেখতে পায় না।[চিত্র (খ)]

প্রতিকার: চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে যাবার জন্য এই ত্রুটির উদ্ভব হয়। দৃষ্টির এ ত্রুটি সংশোধন করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়। [চিত্র গ]

তাছাড়া একমাত্র অবতল লেন্সেই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠণ করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। এই লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুতে গঠন করে [চিত্র (গ)]। আমরা জানি অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ফোকাসের গঠিত হয়। সুতরাং অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুর দূরত্বের সমান হতে হবে।

২. দীর্ঘ দৃষ্টি: এই ত্রুটিগ্রস্ত চোখ দূরের জিনিস দেখতে পায় কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায় না। চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বেড়ে গেলে অর্থাৎ, অভিসারী ক্ষমতা কমে গেলে চোখে এ ধরনের ত্রুটি দেখা দেয় [চিত্র (ক)]।

25 cm

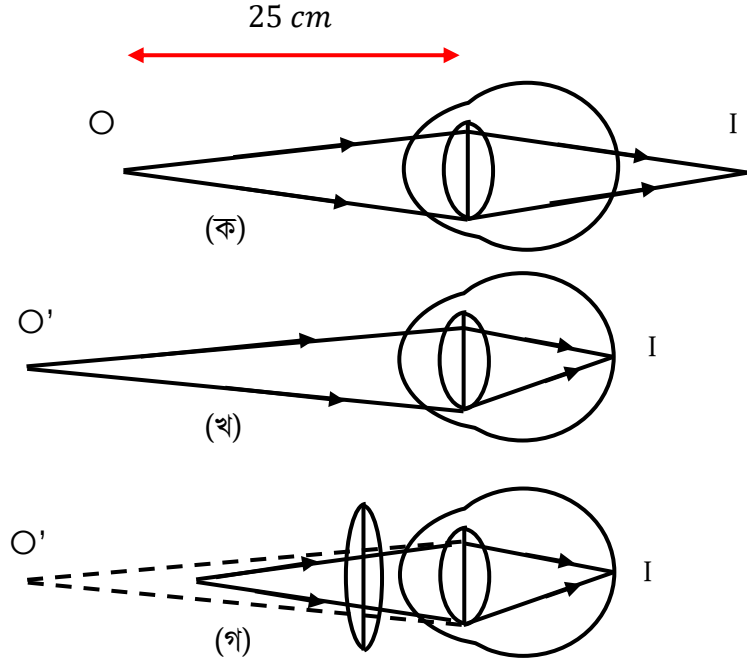
O I

(ক)

O' I

(খ)

O' I

(গ)

ত্রুটির ফল: এক্ষেত্রে চোখের সামনে লক্ষ্যবস্তু থেকে আগত আলোক রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার পেছনে I বিন্দুতে মিলিত হয় [চিত্র (ক)]। ফলে লক্ষবস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। [এই চোখের নিকট বিন্দু N থেকে দূরে সরে O বিন্দুতে চলে যায় যা 25 cm চেয়ে অনেক বেশি। তাই এ চোখে O এর চেয়ে নিকটবর্তী স্থানের বস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না [চিত্র (খ)]।

প্রতিকার: চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাবার জন্য এই ত্রুটির উদ্ভব হয়। তাই এ ত্রুটি দূর [চিত্র (গ)] করতে চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বাড়াতে হয়। এ জন্যে সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।

তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। এক্ষেত্রে তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু O তে গঠন করে [চিত্র (গ)]।

ক্ষমতা

কোনো লেন্সের অভিসারী বা অপসারী করার সামর্থ্যকে ক্ষমতা বলে। ক্ষমতা P এবং ফোকাস দূরত্ব f হলে,

$$P = \frac{1}{f}$$

[ক্ষমতার একক ডায়াপ্টার(D)]

এক মিটার ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট কোনো লেন্সের ক্ষমতাকে 1 ডায়াপ্টার বলে।

রঙিন বস্তুর আলোকীয় উপলব্ধি:

আমাদের রেটিনাতে দুই ধরনের আলোক সংবেদী কোষ রয়েছে। এক ধরনের নাম ‘রড’ আরেক ধরনের নাম ‘কোন’। রট জাতীয় কোষ গুলো অত্যন্ত সংবেদনশীল এবং কম আলোতে দেখতে পারে কিন্তু রং চিহ্নিত করতে পারে না। আলোর তীব্রতা বেশি হলে চোখের রেটিনার কোনগুলো সক্রিয় হয় এবং এর রং সংবেদী এগুলোর কারণে আমরা বস্তুর রং দেখতে পাই।

এ অধ্যায়ের সকল সূত্রাবলী

i. $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

ii. $m = -\frac{v}{u}$

iii. ${}^a\eta_b = \frac{\eta_b}{\eta_a} = \frac{c_a}{c_b}$

iv. $\sin\theta_c = \frac{1}{{}^a\eta_b} = \frac{\eta_a}{\eta_b}$

v. $P = \frac{1}{f}$

$u =$ সব সময় ধনাত্বক $(+)$

$v =$ উত্তলের জন্য ধনাত্বক $(+)$

অবতলের জন্য ঋনাত্বক $(-)$

$f =$ উত্তলের জন্য ধনাত্বক $(+)$

অবতলের জন্য ঋনাত্মক $(-)$

অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর

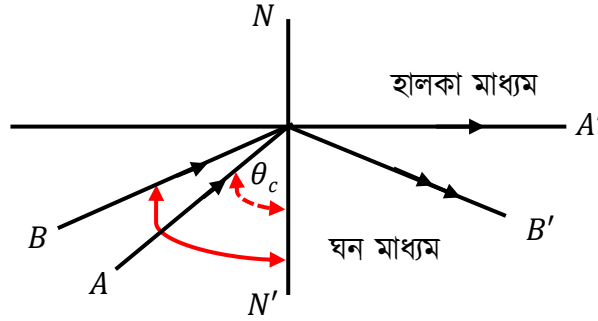
প্রশ্ন ১: কোনো লেন্সের ক্ষমতা $3D$ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর: লেন্সের ক্ষমতা $3D$ বলতে বুঝায় --

i. লেন্সটি উত্তল।
ii. লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব $\frac{1}{3}m$।
iii. লেন্সটি $\frac{1}{3}m$ দূরে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল একগুচ্ছ আলোর রশ্মিকে অভিসারী করে।

প্রশ্ন ২: কখন পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে যদি --

i. আলোকরশ্মি ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে আপতিত হয় এবং
ii. ঘনমাধ্যমে আপতন কোণের মান সংকট কোণের চেয়ে বড় হয়।

নিচে রশ্মি চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো-

এখানে, BO রশ্মি হালকা মাধ্যম থেকে ঘনমাধ্যমে গমনের সময় আপতন কোণ i সংকট কোণ θ_c – এর চেয়ে বেশি হওয়ায় OB' পথে পূর্বের মাধ্যমে ফিরে এসেছে। অর্থাৎ পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটেছে।

প্রশ্ন ৩: মানুষের দুটি চোখ থাকার সুবিধা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: দুটি চোখ দিয়ে একটি বস্তু দেখলে আমরা কেবলমাত্র একটি বস্তুই দেখতে পাই। যদিও প্রত্যেকটি চোখ আপন আপন রেটিনায় প্রতিবিম্ব গঠন করে কিন্তু মস্তিষ্ক দুটি ভিন্ন প্রতিবিম্বকে একটি প্রতিবিম্বে পরিণত করে। দুটি চোখ থাকার জন্য দূরত্ব নির্ভুলভাবে পরিমাপ করা যায়। দুই চোখ দিয়ে বস্তু দেখলে দুটি ভিন্ন প্রতিবিম্বের উপরিপাত ঘটবে এবং বস্তুকে ভালোভাবে দেখা যাবে।

প্রশ্ন ৪: স্বাভাবিক চোখে যে কোনো দূরত্বের বস্তুই দেখা যায় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: চোখের লেন্সের বিশেষ গুণের কারণে এর আকৃতি প্রয়োজনমত বদলে যায় ফলে ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন ঘটে। ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তনের ফলে লক্ষ্যবস্তুর যেকোনো অবস্থানের জন্য লেন্স থেকে একই দূরত্বে অর্থাৎ রেটিনার উপর স্পষ্ট বিম্ব গঠিত হয়। ফলে চোখের সাহায্যে বিভিন্ন দূরত্বের বস্তু দেখা যায়। এ কারণে স্বাভাবিক চোখে যেকোন দূরত্বের বস্তু দেখা যায়।

প্রশ্ন ৫: বায়ুর সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক 2.42 বলতে কী বুঝ?

উত্তর: বায়ু সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক 2.42 বলতে বুঝায় --

i. আলো বায়ু হতে হীরক মাধ্যমে প্রবেশ করছে।
ii. প্রতিসরণাঙ্ক > 1 হওয়ায় আলোকরশ্মি হালকা হতে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করছে। ফলে প্রতিসরিত রশ্মি অভিলম্বের দিকে বেঁকে যাবে অর্থাৎ আপতন কোণ প্রতিসরণ কোণের চেয়ে বড় হবে।
iii. আপতন কোণ ও প্রতিসরণ কোণের অনুপাত 2.42।

প্রশ্ন ৬: লেন্সের ক্ষমতা $-3.5\ D$ বলতে কী বুঝায়?

উত্তর: লেন্সের ক্ষমতা $-3.5\ D$ বলতে বুঝায় --

i. লেন্সটি অবতল।
ii. লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব $\left(-\frac{1}{3.5}\right) m$ বা $-0.2857\ m$ বা $-28.57\ cm$। অর্থাৎ লেন্সটি $28.57\ cm$ দূরে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল একগুচ্ছ আলোকরশ্মিকে অপসারী করবে।

প্রশ্ন ৭: উত্তল লেন্সকে অভিসারী লেন্স বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: সমান্তরাল আলোকরশ্মিগুচ্ছ উত্তল লেন্সের উপর আপতিত হলে প্রতিসরণের পর নির্গত হওয়ার সময় অভিসারী করে অর্থাৎ কোনো বিন্দুতে মিলিত করে বলে উত্তল লেন্সকে অভিসারী লেন্স বলা হয়।

প্রশ্ন ৮: দূর-দূরান্তে বৈদ্যুতিক সংকেত প্রেরণে অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহার সুবিধাজনক কেন?

উত্তর: দূর-দূরান্তে বৈদ্যুতিক সংকেত প্রেরণে অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহার সুবিধাজনক কারণ—

i. একটি অপটিক্যাল ফাইবারের মধ্যদিয়ে একসঙ্গে প্রায় 2000 টেলিফোন সংকেত সঞ্চালন করা যায়।
ii. এর মধ্যদিয়ে পাঠানো সংকেতের তীব্রতার প্রায় কোনো পরিবর্তন হয় না।

প্রশ্ন ৯: চোখের সামনে একটি জলন্ত মশাল জোরে ঘুরালে আমরা চোখে আগুনের একটি বৃত্ত দেখি কেন?

উত্তর: চোখের সামনে কোনো বস্তু রাখলে রেটিনায় তার প্রতিবিম্ব গঠিত হয় এবং আমরা বস্তুটিকে দেখতে পাই। বস্তুটিকে যদি চোখের সামনে থেকে সরিয়ে নেয়া হয় তাহলে সরিয়ে নেওয়ার 0.03 সেকেন্ড পর্যন্ত এর অনুভূতি মস্তিষ্কে থেকে যায়। এই সময়কে দর্শানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে। দর্শানুভূতির স্থায়িত্বকালের জন্যই চোখের সামনে একটি জলন্ত মশাল জোরে ঘুরালে আমরা চোখে আগুনের একটি বৃত্ত দেখি যদিও বিভিন্ন সময়ে মশালটি বিভিন্ন স্থানে থাকে।

প্রশ্ন ১০: আলোর প্রতিসরণ হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: আলোর বেগ হালকা মাধ্যমে বেশি এবং ঘন মাধ্যমে তুলনামূলক কম। বায়ু মাধ্যমের তুলনায়, কাচ, পানি বা অন্যকোনো মাধ্যমকে ঘন মাধ্যম ধরা হয়। প্রতিসরণের নিয়মানুযায়ী আলো হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করলে প্রতিসরিত রশ্মি অভিলম্বের দিকে বেঁকে যায়। তাই বলা যায়, বিভিন্ন মাধ্যমে আলোর বেগের তারতম্যের কারণে আলোর প্রতিসরণ ঘটে।

প্রশ্ন ১১: কোনো লেন্সে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের বিবর্ধন 2 বলতে কী বোঝ?

উত্তর: কোনো লেন্সে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের বিবর্ধন 2 বলতে বুঝায়—

i. প্রতিবিম্ব অসদ ও সোজা।
ii. প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘের দ্বিগুণ।
iii. লেন্স হতে প্রতিবিম্বের দূরত্ব লক্ষ্যবস্তুর দূরত্বের দ্বিগুণ।

প্রশ্ন ১২: আমরা কীভাবে রঙিন বস্তুর আলোকীয় উপলব্ধি পাই?

উত্তর: আমরা যখন কোনো বস্তু দেখি তখন বস্তু থেকে আলো এসে আমাদের চোখে পড়ে। চক্ষু লেন্স কর্তৃক উক্ত আলো প্রতিসরিত হয়ে বস্তুর একটি প্রতিবিম্ব রেটিনায় গঠন করে। রেটিনায় বহুসংক্যক স্নায়ু থাকে যারা এই অনুভূতি মস্তিষ্কে প্রেরণ করে। মস্তিষ্কে নিখুঁত বিশ্লেষণের পর আমরা সেই বস্তুকে দেখতে পাই। রেটিনা থেকে যে নার্ভগুলো মস্তিষ্কে গিয়েছে সেগুলোর নাম রড ও কোন। এদের মধ্যে কোনগুলো বর্ণ সংবেদনশীল। তিন ধরনের কোন আছে— নীলবর্ণ সংবেদনশীল কোন, লাল বর্ণ সংবেদনশীল কোন এবং সবুজ বর্ণ সংবেদনশীল কোন। কোনো বর্ণ যতই মিশ্র বা জটিল হোক না কেন চোখ সকল বর্ণকে মাত্র এই তিনটি বর্ণে ধারণ করে। রেটিনার কোনগুলো এই ধারণকৃত তথ্য মস্তিষ্কে প্রেরণ করে। মস্তিষ্ক আবার বিশেষ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে সকল বর্ণকে আলাদা করে দেয়। এভাবেই আমরা রঙিন বস্তুর আলোকীয় উপলব্ধি পাই।

প্রশ্ন ১৩: হ্রস্ব দৃষ্টি বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর।

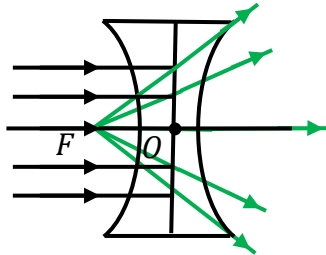
উত্তর: যে ত্রুটিগ্রস্থ চোখ দূরের জিনিস ভালভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায় তাই হ্রস্ব দৃষ্টি ত্রুটি। এই চোখের নিকট বিন্দু $25\ cm$ এর কম হয়। অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এই ত্রুটি হয়।

প্রশ্ন ১৪: উত্তল লেন্স দিয়ে সূর্যের আলোতে এক টুকরা কাগজে আগুন ধরানো সম্ভব কি?

উত্তর: উত্তল লেন্স দিয়ে সূর্যের আলোতে এক টুকরা কাগজে আগুন ধরানো সম্ভব কারণ, উত্তল লেন্স প্রধান অক্ষের সমান্তরাল একগুচ্ছ রশ্মিকে প্রধান ফোকাসে একত্রিত করে। তাই সূর্য থেকে আগত আলোক রশ্মি লেন্সের উপর পড়লে লেন্স ঐ আলোকরশ্মি এক টুকরা কাগজের উপর কেন্দ্রীভূত করে আলোক শক্তিকের তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত করে। ফলে কাগজে আগুন ধরে যায়।

প্রশ্ন ১৫: অবতল লেন্সকে অপসারী লেন্স বলা হয় কেন?

উত্তর: অবতল লেন্সকে অপসারী লেন্স বলা হয়। এর কারণ নিচে ব্যাখ্যা করা হলো—

অপসারী শব্দের অর্থ কোনো বিন্দু হতে ছড়িয়ে পড়া। অবতল লেন্স সাধারণত একগুচ্ছ আলোক রশ্মি অপসারী করে থাকে বলে একে অপসারী লেন্স বলে।

চিত্রে, অবতল লেন্সে সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর F বিন্দু হতে আসছে বলে মনে হয়।

প্রশ্ন ১৬: অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ঋণাত্মক ধরা হয় কেন?

উত্তর: সকল দূরত্ব লেন্সের আলোক কেন্দ্র থেকে পরিমাপ করতে হয়। আলোকরশ্মি প্রকৃতপক্ষে এই দূরত্ব অতিক্রম করে না, অতিক্রম করেছে বলে মনে হয়। এজন্য অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্বকে ঋণাত্মক ধরা হয়।

TYPE WISE MATH

প্রতিসরনাঙ্ক নির্ণয় সংক্রান্ত সমস্যা ও সমাধান

সমস্যা ১

বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.52 এবং বায়ু মাধ্যমে আপতন কোণ 40° হলে কাচে প্রতিসরণ কোণ কত?

সমাধানঃ

এখানে,

আপতন কোণ, $i = 40°$

বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_a\eta_g = 1.52$

প্রতিসরণ কোণ, $r_1 = ?$

আমরা জানি, $$\frac{sin\, i_1}{sin\, r_1} = {}_a\eta_g$$

বা, $$\sin r_1 = \frac{\sin i}{{}_a\eta_g}$$

বা, $$\sin r_1 = \frac{\sin 40°}{1.52}$$

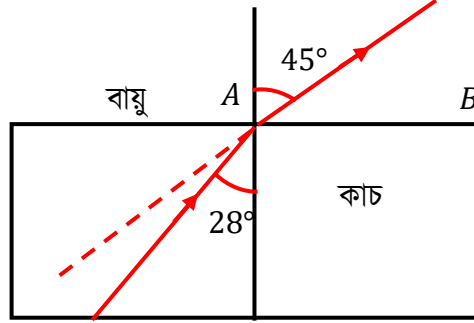
বা, $$\sin r_1 = \frac{0.643}{1.52}$$

বা, $$\sin r_1 = 0.423$$

$$\therefore\ r_1 = \sin^{-1}(0.423) = 25°$$

অতএব, প্রতিসরণ কোণের মান 25° ।

সমস্যা ২

কাচ মাধ্যমে আলোর বেগ নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

ধরি, কাচ মাধ্যমে আলোর বেগ $= c_g$

দেওয়া আছে, আপতন কোণ, $i = 28°$

প্রতিসরণ কোণ, $r = 45°$

বায়ুতে আলোর বেগ, $c_a = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$

আমরা জানি, $_g\eta_a = \dfrac{\sin i}{\sin r}$ -------------(১) এবং $_g\eta_a = \dfrac{c_g}{c_a}$ -------------(২)

(১) ও (২) নং সমীকরণ হতে পাই, $\dfrac{c_g}{c_a} = \dfrac{\sin i}{\sin r}$

বা, $c_g = \dfrac{c_a \times \sin i}{\sin r}$

বা, $c_g = \dfrac{3 \times 10^8\ ms^{-1} \times \sin 28°}{\sin 45°}$

$\therefore\ c_g = 1.99 \times 10^8\ ms^{-1}$

অতএব, কাচ মাধ্যমে আলোর বেগ $1.99 \times 10^8\ ms^{-1}$ ।

সমস্যা ৩

বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33। বায়ু মাধ্যমে আপতন কোণ $30°$ হলে প্রতিসরণ কোণ নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

এখানে, বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_a\eta_w = 1.33$

বায়ু মাধ্যমে আপতন কোণ, $i = 30°$; প্রতিসরণ কোণ, $r = ?$

আমরা জানি, $${}_a\eta_w = \frac{\sin i}{\sin r}$$

বা, $$\sin r = \frac{\sin i}{{}_a\eta_w}$$

বা, $$\sin r = \frac{\sin 30°}{1.33}$$

বা, $$\sin r = \frac{0.50}{1.33}$$

$$\therefore\ r = \sin^{-1}\left(\frac{0.50}{1.33}\right) = 22.08°$$

সুতরাং, প্রতিসরণ কোণ $22.08°$ ।

সমস্যা ৪

AB আলোকরশ্মি পানিতে প্রবেশ করার পর $11°$ কোণে দিক পরিবর্তন করলে বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

এখানে, আপতন কোণ, $i = 30°$

প্রতিসরণ কোণ, $r = (30° - 11°) = 19°$;

প্রতিসরণাঙ্ক, $n = ?$

আমরা জানি, $$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\Rightarrow n = \frac{\sin 30°}{\sin 19°}$$

$$\therefore \quad n = 1.54$$

অতএব, বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.54 ।

সমস্যা ৫

কাচ ও পানির প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1.5 ও 1.33 হলে কাচ ও পানির মধ্যকার সংকট কোণ কত?

সমাধানঃ

মনে করি, কাচ ও পানির মধ্যে সংকট কোণ, θ_c

এখানে,

কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_g = 1.5;$

পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $n_w = 1.33$

আমরা জানি, $\quad {}_w\eta_g = \dfrac{1}{\sin\theta_c}$

বা, $\quad \dfrac{n_g}{n_w} = \dfrac{1}{\sin\theta_c}$

বা, $\quad \dfrac{1.5}{1.33} = \dfrac{1}{\sin\theta_c}$

বা, $\quad 1.128\sin\theta_c = 1$

বা, $\quad \sin\theta_c = \dfrac{1}{1.128}$

বা, $\quad \theta_c = \sin^{-1}(0.887)$

$\quad = 62.5°$

সুতরাং কাচ ও পানির মধ্যকার সংকট কোণ 62.5° (প্রায়)।

সমস্যা ৬

বায়ুর সাপেক্ষে কোনো মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ $45°$ হলে ঐ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কত?

সমাধানঃ

দেওয়া আছে,

ক্রান্তি কোণ, $\theta_c = 45°$

প্রতিসরণাঙ্ক, $n = ?$

আমরা জানি, $n = \frac{1}{\sin \theta_c}$

বা, $n = \frac{1}{\sin 45°}$

বা, $n = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{2}}}$

বা, $n = \sqrt{2}$

$\therefore n = 1.41$

$\therefore$ প্রতিসরণাঙ্ক 1.41 ।

সমস্যা ৭

বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.52 হলে কাচ সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক কত?

সমাধানঃ

মনে করি,

কাচ সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_g\eta_a$

দেওয়া আছে, বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_a\eta_g = 1.52$

আমরা জানি, $${}_a\eta_g = \frac{1}{{}_g\eta_a}$$

বা, $${}_g\eta_a = \frac{1}{{}_a\eta_g}$$

বা, $${}_g\eta_a = \frac{1}{1.52}$$

$$\therefore \ {}_g\eta_a = 0.6579$$

সুতরাং কাচ সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক 0.6579 ।

ক্ষমতা নির্ণয় সংক্রান্ত সমস্যা ও সমাধান

সমস্যা ৮

শাকিল একটি বস্তুর বিম্ব গঠন করার জন্য $20\ cm$ ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স ব্যবহার করল। লেন্সটির ক্ষমতা কত?

সমাধানঃ

দেওয়া আছে,

উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = +20\ cm = 0.2\ m$

উত্তল লেন্সের ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.2\ m} = +5\ D$

অতএব, উল্লিখিত লেন্সের ক্ষমতা $+5\ D$ ।

সমস্যা ৯

নাহিদের দাদুর ব্যবহৃত চশমার ক্ষমতা $+2.25\ D$। ব্যবহৃত চশমার ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

ধরি, চশমার ফোকাস দূরত্ব f

এখানে, চশমার ক্ষমতা, $P = +2.25\ D$

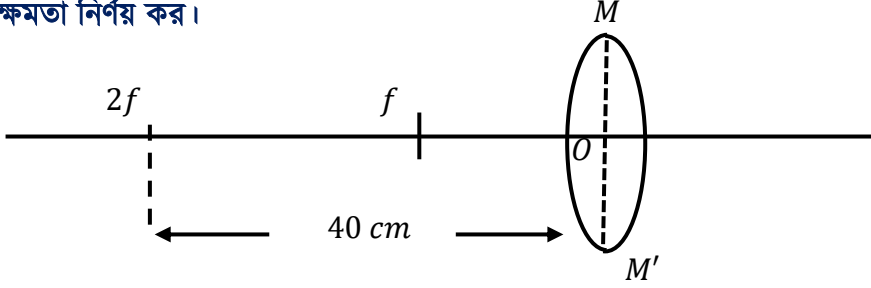
আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$

বা, $f = \frac{1}{P} = \frac{1}{2.25\ D} = 0.44\ m = 44\ cm$

অতএব, উল্লিখিত লেন্সের ক্ষমতা $5\ D$ ।

সমস্যা ১০

চিত্রের লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর।

M, $2f$, f, O, $40\ cm$, M'

সমাধানঃ

ধরি, লেন্সটির ক্ষমতা P

এখানে, লেন্সটির দ্বিগুণ ফোকাস দূরত্ব, $2f = 40\ cm$

$\therefore$ ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{40}{2} cm = 20\ cm = 0.2\ m$

আবার,

আমরা জানি, $$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.2\ m} = +5\ D$$

অতএব, উল্লিখিত লেন্সের ক্ষমতা $+5\ D$ ।

সমস্যা ১১

এক ব্যক্তির ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকটবিন্দু ও দূরবিন্দু যথাক্রমে $15\ cm$ ও $100\ cm$ । ঐ ব্যক্তির ব্যবহৃত চশমার ক্ষমতা কত?

সমাধানঃ

ধরি, A ব্যক্তির ব্যবহৃত চশমার ক্ষমতা P

এখানে, চোখের দূর বিন্দু $=$ চশমার লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 100\ m$

আমরা জানি, $$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{100\ m} = 0.01\ D$$

সুতরাং, A ব্যক্তির ব্যবহৃত চশমার ক্ষমতা $0.01\ D$ ।

সমস্যা ১২

একটি চশমার লেন্সের ক্ষমতা $-2\ D$ এর ফোকাস দূরত্ব কত? লেন্সটি উত্তল না অবতল?

সমাধানঃ

এখানে, লেন্সের ক্ষমতা, $P = -2\ D$

$\therefore$ লেন্সের ফোকাস দূরত্ব $f = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$

বা, $f = \frac{1}{P}$

বা, $f = \frac{1}{-2} m$

বা, $f = 0.5\ m$

$\therefore f = -50\ cm.$

$\therefore$ উল্লিখিত লেন্সের ক্ষমতা $5\ D$ ।

দূরত্ব নির্ণয় সংক্রান্ত সমস্যা ও সমাধান

সমস্যা ১৩

একটি উত্তল লেন্স থেকে $24\ cm$ দূরে অবস্থিত একটি বস্তুর বাস্তব বিম্ব লক্ষ্যবস্তুর দ্বিগুণ। লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

এখানে, বস্তুর দূরত্ব, $u = 24\ cm$

বিবর্ধন, $m = -2$ [বিম্বটি বাস্তব উল্টো তাই বিবর্ধন ঋণাত্মক]

বা, $-\frac{v}{u} = -2$

বা, $\frac{v}{u} = 2$

বা, $v = 2u = (2 \times 24)\ cm = 48\ cm$

ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

বা, $$\frac{1}{24} + \frac{1}{48} = \frac{1}{f}$$

বা, $$\frac{1}{16} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore f = 16\ cm$$

সুতরাং, লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব $16\ cm$ ।

সমস্যা ১৪

রিমার চশমার ক্ষমতা $-2.25\,D$। লেন্সে আপতিত রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে এসে প্রতিসরণের পর আলোক কেন্দ্র থেকে x সে. মি. দূরত্বে অপসারিত হয়। $x-$ এর মান নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

দেওয়া আছে, লেন্সের ক্ষমতা, $P = -2.25\,D$

লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{1}{P} = \frac{1}{-2.25D} = 0.4444\,m$

$$\therefore f = -44.44\,cm$$

বস্তুর দূরত্ব, $u = \infty$

বিম্বের দূরত্ব, $v = x\,cm$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

বা, $$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{x} = \frac{1}{-44.44}$$

বা, $$x = -44.44\,cm$$

$$\therefore x = -44.44\,cm$$

সুতরাং, বিম্বের দূরত্ব $-44.44\,cm$ ।

সমস্যা ১৫

শাকিল $20\ cm$ ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স নিয়ে লেন্সটির বক্রতার কেন্দ্র হতে $30\ cm$ দূরে প্রধান অক্ষের উপর বস্তু রেখে লেন্সের বিপরীত পাশে রক্ষিত পর্দায় প্রতিবিম্ব দেখতে পেল। বস্তুটিকে লেন্সের দিকে $15\ cm$ সরালে বিম্ব দেখার জন্য শাকিলকে কী ব্যবস্থা নিতে হবে?

সমাধানঃ

দেওয়া আছে, ফোকাস দূরত্ব, $f = 20\ cm$

$\therefore$ বক্রতার ব্যাসার্ধ $= 20\ cm \times 2 = 40\ cm$

বক্রতার কেন্দ্র থেকে $30\ cm$ দূরে লক্ষ্যবস্তু অবস্থিত।

$\therefore$ লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = (40 + 30)\ cm = 70\ cm$

বিম্বের দূরত্ব, $v = ?$

আমরা জানি, $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{20cm} - \frac{1}{70cm}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{7-2}{140\ cm}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{5}{140\ cm} = \frac{1}{28\ cm}$

$\therefore v = 28\ cm$

$\therefore$ ১ম ক্ষেত্রে পর্দার দূরত্ব = বিম্বের দূরত্ব =28 cm

২য় ক্ষেত্রে, প্রশ্নানুসারে, বস্তুর দূরত্ব, u'=(70-15) cm = 55 cm

$\therefore$ বস্তুর দূরত্ব $55\ c.m.$

সমস্যা ১৬

$40\ cm$ বক্রতার ব্যাসার্ধের একটি উত্তল লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর আলোক কেন্দ্র থেকে $25\ cm$ দূরে একটি লক্ষ্যবস্তু রাখা হলো। লক্ষ্যবস্তুকে তার অবস্থান থেকে $10\ cm$ সামনে এবং পিছনে সরালে প্রতিবিম্বের আকৃতি একই হবে কী?

সমাধানঃ

দেওয়া আছে, উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 20\ cm$

এবং, বস্তুর দূরত্ব, $u = 25\ cm$

বস্তু যখন $10\ cm$ পিছনে:

$\therefore$ বস্তুর বর্তমান অবস্থান, $u_1 = (25 + 10)\ cm = 35\ cm$

$\therefore$ বিম্বের অবস্থান, $v_1 = ?$

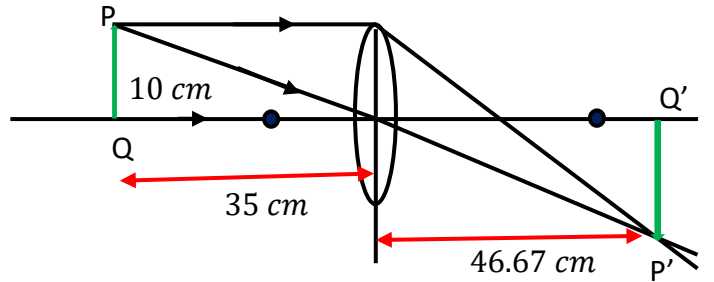
আমরা জানি, $\frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{v_1} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u_1}$

বা, $\frac{1}{v_1} = \frac{1}{20cm} - \frac{1}{35cm}$

বা, $\frac{1}{v_1} = \frac{7-4}{140\ cm}$

বা, $\frac{1}{v_1} = \frac{3}{140\ cm}$

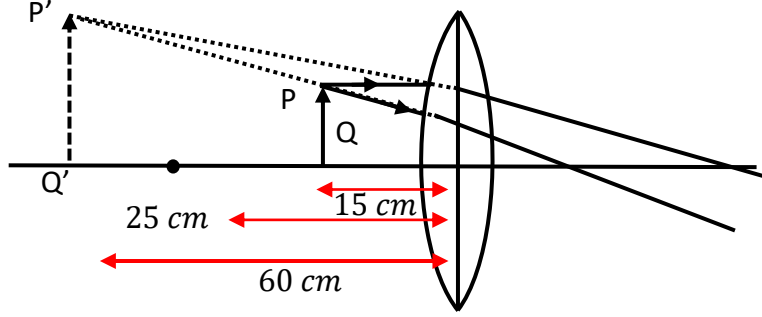
$\therefore\ v_1 = +46.67\ cm$

অর্থাৎ, **প্রকৃতি:** বাস্তব ও উল্টো।

বস্তু যখন $10\ cm$ সামনে:

এক্ষেত্রে, বস্তুর বর্তমান অবস্থান, $u_2 = (25 - 10)\ cm$

$= 15\ cm$

$\therefore$ বিম্বের অবস্থান, $v_2 = ?$

P’
P
Q
Q’
$25\ cm$
$15\ cm$
$60\ cm$

আমরা জানি, $\frac{1}{u_2} + \frac{1}{v_2} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{v_2} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u_2}$

বা, $\frac{1}{v_2} = \frac{1}{20cm} - \frac{1}{15cm}$

বা, $\frac{1}{v_2} = \frac{3-4}{60cm}$

বা, $\frac{1}{v_2} = \frac{-1}{60cm}$

$\therefore\ v_2 = -60\ cm$

প্রকৃতি: অবাস্তব ও সোজা।

অতএব, লক্ষ্যবস্তুকে তার অবস্থান থেকে $10\ cm$ সামনে এবং পিছনে সরানো হলে গঠিত প্রতিবিম্বের প্রকৃতি একই হবে না।

বিবর্ধন নির্ণয় সংক্রান্ত সমস্যা ও সমাধান

সমস্যা ১৭

$60\ cm$ ফোকাস দূরত্বের একটি অবতল দর্পণ হতে কত দূরে একটি বস্তু রাখলে বাস্তব প্রতিবিম্বের আকার বস্তুর আকারের তিন গুণ হবে?

সমাধানঃ

মনে করি, বস্তুর আকার $= u$

প্রতিবিম্বের আকার, $v = 3u$ [বিম্বটি বাস্তব উল্টো ও ধনাত্বক]

এখানে, ফোকাস দূরত্ব, $f = 60\ cm = 0.6\ m$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

বা, $$\frac{1}{u} + \frac{1}{3u} = \frac{1}{f}$$

বা, $$\frac{4}{3u} = \frac{1}{0.6}$$

বা, $$u = 0.8\ m = 80\ cm$$

সুতরাং, বস্তুর দূরত্ব $80\ cm$ ।

সমস্যা ১৮

$20\ cm$ ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট একটি উত্তল লেন্স থেকে $10\ cm$ দূরে একটি বস্তু স্থাপন করা হলো। বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও বিবর্ধন নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

দেওয়া আছে, ফোকাস দূরত্ব, $f = 20\ cm = 0.2\ m$

বস্তুর দূরত্ব, $u = 10\ cm = 0.1\ m$

$\therefore$ বিম্বের দূরত্ব, $v = ?$

এবং, বিবর্ধন, $m = ?$

আমরা জানি, $$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

বা, $$\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u}$$

বা, $$\frac{1}{v} = \left(\frac{1}{0.2} - \frac{1}{0.1}\right)$$

বা, $$\frac{1}{v} = -5$$

$$\therefore v = -0.2\ m = -20\ cm$$

প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর যেপাশে সে পাশে $20\ cm$ দূরে এবং প্রতিবিম্বটি অবাস্তব ও সোজা।

$\therefore$ বিবর্ধন, $|m| = \left|\frac{v}{u}\right| = \left|\frac{-20}{10}\right| = |-2| = 2$

অতএব, নির্ণেয় বিবর্ধন 2 ।

সমস্যা ১৯

একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব $20\ cm$। লেন্স হতে কত দূরে বস্তু রাখলে দ্বিগুন বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে?

সমাধানঃ

দেওয়া আছে, উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 20\ cm$

এবং, বিবর্ধন, $m = 2$

$\therefore$ বস্তুর দূরত্ব, $u = ?$

বাস্তব বিম্বের ক্ষেত্রে, $m = \frac{v}{u}$

বা, $2 = \frac{v}{u}$

$\therefore v = 2u$

আবার,

আমরা জানি, $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{u} + \frac{1}{2u} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{2+1}{2u} = \frac{1}{20cm}$

বা, $2u = 60\ cm$

$\therefore u = 30\ cm$

আবার, অবাস্তব বিম্বের ক্ষেত্রে,

$$m = -\frac{v}{u}$$

$$\therefore v = -2u$$

এখন,

আমরা জানি, $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{u} + \frac{1}{-2u} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{2-1}{2u} = \frac{1}{20cm}$

বা, $2u = 20\ cm$

$\therefore u = 10\ cm$

সুতরাং, লেন্স হতে বস্তুর দূরত্ব বাস্তব প্রতিবিম্বের ক্ষেত্রে $30\ cm$ এবং অবাস্তব প্রতিবিম্বের ক্ষেত্রে $10\ cm$।

সমস্যা ২০

একটি উত্তল দর্পণের ফোকাস দূরত্ব $10\ cm$। দর্পণ হতে $15\ cm$ দূরে একটি বস্তু রাখা হলো। প্রতিবিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও বিবর্ধন নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

এখানে, উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে ফোকাস দূরত্ব, $f = -10\ cm = -0.1\ m$

বস্তুর দূরত্ব, $u = 15\ cm = 0.15\ m$

বিম্বের দূরত্ব, $v = ?$

বিবর্ধন, $m = ?$

আমরা জানি, $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u}$

বা, $\frac{1}{v} = \left(\frac{-1}{0.1} - \frac{1}{0.15}\right)$

বা, $v = -0.06\ m$

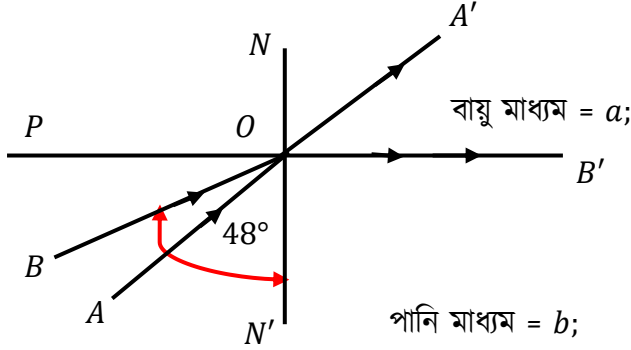
$\therefore\ v = -6\ cm$

$\therefore$ দর্পণের $6\ cm$ পেছনে, অবাস্তব ও সিধা।

এখানে, বিবর্ধক ধনাত্বক $\therefore m = \frac{v}{u} = \frac{6}{15} = \frac{2}{5}$

অতএব, প্রতিবিম্বের বিবর্ধন $\frac{2}{5}$।

SOLVED CQ

প্রশ্ন ১

বায়ু মাধ্যম = a;
পানি মাধ্যম = b;

এখানে, $\angle BON' = 48°, \angle B'ON = 90°$ এবং $C_a = 3 \times 10^8 ms^{-1}$ ।

ক। আলোর প্রতিফলন কাকে বলে?

খ। কখন পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে? ব্যাখ্যা কর।

গ। b মাধ্যমে আলের বেগ নির্ণয় কর।

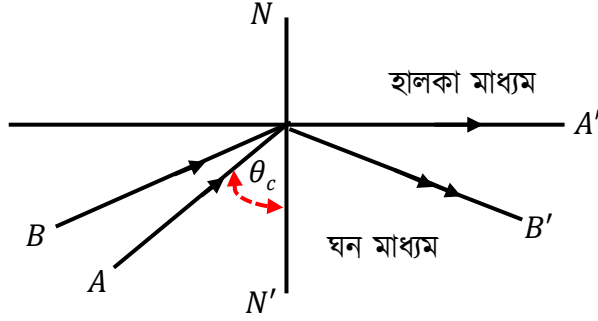
ঘ। উদ্দীপকের বায়ু মাধ্যমের পরিবর্তে কাচ মাধ্যম নেওয়া হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীন প্রতিফলন পাওয়া সম্ভব কি-না রশ্মিচিত্রের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর।

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক। আলেকরশ্মি এক মাধ্যম দিয়ে চলতে চলতে অন্য এক মাধ্যমের তলে আপতিত হলে দুই মাধ্যমের বিভেদতল হতে কিছু পরিমাণ আলো প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। এ ঘটনাকে আলোর প্রতিফলন বলে।

খ। আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হওয়ার ২টি শর্ত আছে যেমন-

১. আলোকরশ্মি ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে আপতিত হয় এবং

২. ঘনমাধ্যমে আপতন কোণের মান সংকট কোণের চেয়ে বড় হয়।

নিচে রশ্মি চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো-

এখানে, BO রশ্মি হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে গমনের সময় আপতন কোণ i সংকট কোণ θ_c – এর চেয়ে বেশি হওয়ায় OB' পথে পূর্বের মাধ্যমে ফিরে এসেছে। অর্থাৎ পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটেছে।

গ। মনে করি, b মাধ্যমে আলোর বেগ c_b

দেওয়া আছে, আপতন $\angle BON' = i = 48°$

প্রতিসরণ $\angle B'ON = r = 90°$

a মাধ্যমে আলোর বেগ, $c_a = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$

আমরা জানি, ${}^b\eta_a = \frac{\sin i}{\sin r}$

এবং, ${}^b\eta_a = \frac{c_b}{c_a}$

বা, $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{c_b}{c_a}$

বা, $c_b = \frac{\sin i \times c_a}{\sin r} = \frac{\sin 48° \times 3 \times 10^8\ ms^{-1}}{\sin 90°}$

$\therefore\ c_b = 2.23 \times 10^8\ ms^{-1}$

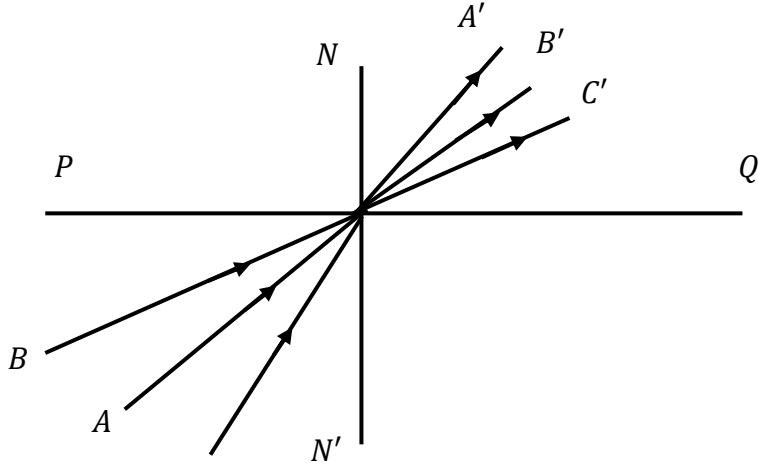
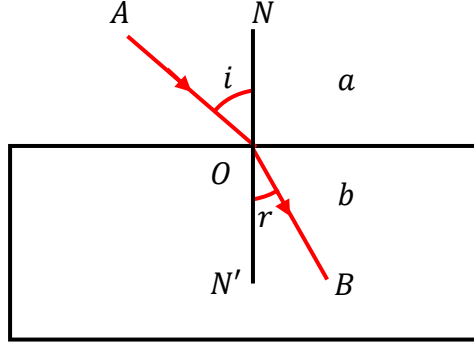
b মাধ্যমে আলোর বেগ, $2.23 \times 10^8\ ms^{-1}$ ।

ঘ। উদ্দীপকের বায়ু মাধ্যমের পরিবর্তে কাচ মাধ্যম নেওয়া হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন পাওয়া সম্ভব নয়। নিচে রশ্মিচিত্রের মাধ্যমে এটি বিশ্লেষণ করা হলো :

আমরা জানি, আলোক রশ্মি হালকা থেকে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করলে প্রতিসরিত রশ্মি অভিলম্বের দিকে সরে যায় এবং ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করলে প্রতিসরিত রশ্মি অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যায়।

উদ্দীপকের ক্ষেত্রে পানি মাধ্যমের তুলনায় বায়ু মাধ্যমের আলোকীয় ঘনত্ব কম ছিল। এজন্য আলেকরশ্মি প্রতিসরণের পর অভিলম্ব থেকে দুরে সরে যেত। কিন্তু কাচ মাধ্যমের আলোকীয় ঘনত্ব পানি মাধ্যমের আলেকীয় ঘনত্বের চেয়ে বেশি হওয়ার কারণে পানি মাধ্যম থেকে আলোকরশ্মি কাচ মাধ্যমে প্রবেশ করলে তা অভিলম্বের দিকে সরে যাবে। অর্থাৎ কখনই অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যাবে না। ফলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনও ঘটবে না। নিচে রশ্মি চিত্রের সাহায্যে এটি দেখানো হলো-

প্রশ্ন ২

A N i a O b r N′ B

আলোকরশ্মি a মাধ্যম থেকে b মাধ্যমে প্রবেশ করায় এর বেগ এক-তৃতীয়াংশ হ্রাস পেল। a মাধ্যমে আলোর বেগ $3 \times 10^8 \, ms^{-1}$.

ক। প্রতিসরণাঙ্ক কাকে বলে?

খ। মানুষের দুটি চোখ থাকার সুবিধা ব্যাখ্যা কর।

গ। প্রতিসরণ কোণের মান $35°$ হলে আপতন কোণের মান নির্ণয় কর।

ঘ। আপতন কোণের মান পরিবর্তন না করে যদি প্রতিসরণ কোণের মান $5°$ বৃদ্ধি করা হয়, তাহলে b মাধ্যমে আলোর বেগের কীরূপ পরিবর্তন আনতে হবে? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও।

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক। একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং নির্দিষ্ট বর্ণের আলেকরশ্মির জন্য আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে প্রথম মাধ্যম সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

খ। দুটি চোখ দিয়ে একটি বস্তু দেখলে আমরা কেবলমাত্র একটি বস্তুই দেখতে পাই। যদিও প্রত্যেকটি চোখ আপন রেটিনায় প্রতিবিম্ব গঠন করে কিন্তু মস্তিষ্ক দুটি ভিন্ন প্রতিবিম্বকে একটি প্রতিবিম্বে পরিণত করে। দুটি চোখ থাকার জন্য দূরত্ব নির্ভুলভাবে পরিমাপ করা যায়। দুই চোখ দিয়ে বস্তু দেখলে দুটি ভিন্ন প্রতিবিম্ব উপরিপাত ঘটবে এবং বস্তু দেখলে দুটি ভিন্ন প্রতিবিম্বের উপরিপাত ঘটবে এবং বস্তুকে ভালোভাবে দেখা যাবে।

গ। মনে করি, আপতন কোণের মান i

উদ্দীপক হতে,

প্রতিসরণ কোণের মান, $r = 35°$

a মাধ্যমে আলোর বেগ, $c_a = \times 10^8 \ ms^{-1}$

b মাধ্যমে আলোর বেগ, $c_b = c_a - \frac{1}{3} c_a$

$$= \left(3 \times 10^8 - \frac{1}{3} \times 3 \times 10^8\right) ms^{-1}$$

$$= 2 \times 10^8 \ ms^{-1}$$

আমরা জানি, ${}^a\eta_b = \frac{c_a}{c_b}$ এবং ${}^a\eta_b = \frac{\sin i}{\sin r}$

বা, $\frac{c_a}{c_b} = \frac{\sin i}{\sin r}$

বা, $\sin i = \frac{c_a \times \sin r}{c_b}$

বা, $\sin i = \frac{3 \times 10^8 \ ms^{-1} \times \sin 35°}{2 \times 10^8 \ ms^{-1}}$

বা, $i = \sin^{-1}(0.86) = 59.36°$

অতএব, আপতন কোণের মান 59.36° ।

ঘ। গ নং হতে পাই,

আপতন কোণের মান, $i = 59.36°$

প্রতিসরণ কোণের মান $5°$ বৃদ্ধি করা হলে প্রতিসরণ কোণ, $r = 35° + 5 = 40°$

আমরা জানি,

$$^a\eta_b = \frac{\sin i}{\sin r'} = \frac{\sin 59.36°}{\sin 40°}$$

$$\therefore {}^a\eta_b = 1.34$$

$$^a\eta_b = 1.34$$

আবার, $^a\eta_b = \frac{c_a}{c_{b'}}$

বা, $c_{b'} = \frac{c_a}{^a\eta_b} = \frac{3 \times 10^8\ ms^{-1}}{1.34}$

$$\therefore c_{b'} = 2.24 \times 10^8\ ms^{-1}$$

$\therefore$ আলোর বেগের পরিবর্তন আনতে হবে $= c_{b'} - c_b$

$$= (2.24 \times 10^8 - 2 \times 10^8)\ ms^{-1}$$

$$= 0.24 \times 10^8\ ms^{-1}$$

অতএব উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, আপতন কোণের মান পরিবর্তন না করে প্রতিসরণ কোণের মান $5°$ বৃদ্ধি করা হলে b মাধ্যমে আলোর বেগ $0.24 \times 10^8\ ms^{-1}$ বৃদ্ধি করতে হবে।

প্রশ্ন ৩

নাফিসের দাদু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পান না। চক্ষুরোগ বিশেষজ্ঞ দাদুকে $+2.25\ D$ ক্ষমতা সম্পন্ন লেন্স চশমা হিসেবে ব্যবহার করার পরামর্শ দিলেন।

ক। লেন্স কাকে বলে?

খ। চোখের সামনে মশাল খুব দ্রুত ঘুরালে আগুনের বৃত্ত দেখা যায় কেন?

গ। দাদুর চশমার ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

ঘ। দাদুকে ধনাত্মক ক্ষমতার লেন্স ব্যবহারের পরামর্শ দেওয়ার যৌক্তিকতা চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর।

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক। দুটি গোলীয় পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।

খ। কোনো বস্তুকে চোখের সামনে থেকে সরিয়ে নিলে $0.1\ s$ পর্যন্ত এর অনুভূতি মস্তিষ্কে থেকে যায় তাকে এক দর্শানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে । কিন্তু কোনো বস্তুকে চোখের সামনে থেকো সরিয়ে $0.1\ s$ এর মধ্যে বস্তুটিকে আবার চোখের সামনে আনলে দর্শানুভূতির স্থায়িত্বের জন্য বস্তুটির মাঝের অনুপস্থিতি টের পাওয়া যায় না। এ কারণে চোখের সামনে মশাল খুব দ্রুত ঘোরালে আগুনের বৃত্ত দেখা যায় যদিও মশালটি বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন স্থানে থাকে।

গ। ধরি, চশমার ফোকাস দূরত্ব f,

উদ্দীপক হতে, চশমার ক্ষমতা, $p = +2.25\ D$

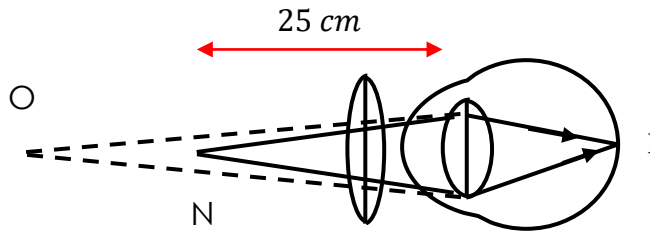
আমরা জানি, $p = \frac{1}{f}$

বা, $f = \frac{1}{p} = \frac{1}{2.25\ D} = 0.44\ m = 44cm$

$\therefore f = 44\ cm$

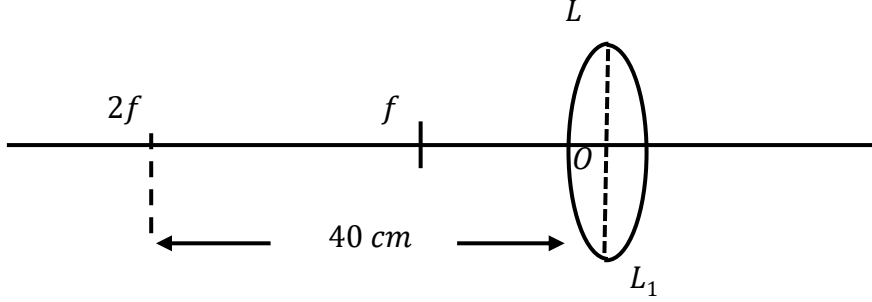
সুতরাং, দাদুর চশমার ফোকাস দূরত্ব $44\ cm$

ঘ। আমরা জানি, উত্তল লেন্সের ক্ষমতা ধনাত্মক। দাদুর ধনাত্মক ক্ষমতাসম্পন্ন লেন্স বা উত্তল লেন্স ব্যবহারের পরামর্শ দেবার যৌক্তিকতা নিচে চিত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ করা হলো।

নাফিসের দাদু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পান না বলে আমরা বলতে পারি তার চোখে দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটি হাইপারমেট্রোপিয়া রয়েছে। চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ার কারণে দীর্ঘ দৃষ্টি ত্রুটির উদ্ভব হয়। এই ত্রুটি দূর করতে চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বাড়াতে হয়। এজন্য সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।

তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই একই পাশে লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। এক্ষেত্রে তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N- এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটি-পূর্ণ চোখের নিকটবিন্দু O তে গঠন করে।

অতএব, বলা যায় দাদুকে ধনাত্মক ক্ষমতার লেন্স ব্যবহারের পরামর্শ দেওয়া যৌক্তিক।

প্রশ্ন ৪

উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

ক। বক্রতার কেন্দ্র কী?

খ। চিকিৎসা ক্ষেত্রে অপটিক্যাল ফাইবারের ব্যবহার লিখ।

গ। লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর।

ঘ। উক্ত লেন্সটি চোখের কী ধরনের ত্রুটি দূরীকরণে সহায়ক? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। লেন্সের উভয় পৃষ্ঠই এক একটি গোলকের অংশ। লেন্স যেগুলোকে অংশ ঐ গোলকের কেন্দ্রকে লেন্সের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্র বলে।

খ। চিকিৎসা ক্ষেত্রে এন্ডোস্কপি এর মাধ্যমে পাকস্থলীর ক্ষত, রক্তবাহী ধমনী বা শিরার ব্লক অথবা হৃদপিন্ডের ভালভগুলোর ক্রিয়া দেখার জন্য অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহৃত হয়। অপটিক্যাল ফাইবারের আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের ধর্মের জন্য দেহের অভ্যন্তরে অঙ্গ-প্রতঙ্গ থেকে প্রতিফলিত আলো খুব সহজেই বাইরে এসে ধরা দেয়। ফলে আমরা তা দেখতে পাই।

গ। দেওয়া আছে, $2f = 40\ cm$

∴ ফোকাস দূরত্ব, $f = 20\ cm = 0.2\ m$

লেন্সটির ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$

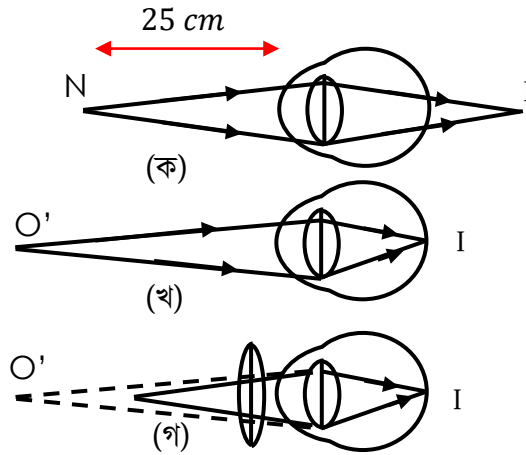
বা, $P = \frac{1}{0.2} = 5\ D$

$\therefore \mathrm{P} = 5\ D$।

অতএব, লেন্সটির ক্ষমতা $5\ D$।

ঘ। উদ্দীপকের লেন্সটি চোখের দীর্ঘদৃষ্টি দূরীকরণে সহায়ক। নিম্নে এটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা করা হলো—

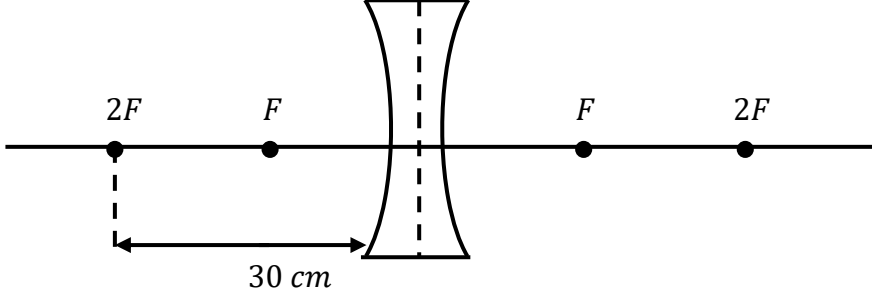
দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটিগ্রস্ত বা হাইপারমেট্রোপিয়া চোখ কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায় না। চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বেড়ে গেলে অর্থাৎ, অভিসারী ক্ষমতা কমে গেলে চোখে এ ধরনের ত্রুটি দেখা দেয় [চিত্র-(ক)]। এক্ষেত্রে চোখের সামনে লক্ষবস্তু থেকে আগত আলোক রশ্মিগুচ্ছ চোখের মধ্যে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার পেছনে I বিন্দুতে মিলিত হয় [চিত্র (ক)], ফলে লক্ষ্যবস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। এ চোখের নিকট বিন্দু N থেকে দূরে সরে O বিন্দুতে চলে যায় বা $25\ cm$ এর চেয়ে অনেক বেশি। তাই এ চোখে O এর চেয়ে নিকটবর্তী স্থানের বস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। [চিত্র (খ)] চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ার দরুন এ ত্রুটির উদ্ভব হয়। তাই এ ত্রুটি দূর করতে চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বাড়াতে হয়। এ জন্যে সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।

25 cm
N
I
(ক)
O'
I
(খ)
O'
I
(গ)

তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। এক্ষেত্রে তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N –এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু O –তে গঠন করে। ফলে দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটিগ্রস্ত চোখ কাছের বস্তুকে দেখতে পায়।

প্রশ্ন ৫

উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

$2F$ F F $2F$

$30\ cm$

ক। লেন্স কাকে বলে?

খ। ব্যাপ্ত প্রতিফলন ব্যাখ্যা কর।

গ। লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর।

ঘ। উদ্দীপকের লেন্সটির সাহায্যে কিভাবে চোখের ত্রুটি দূর করা যায়? চিত্রসহ তোমার মতামত দাও।

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক। দুটি গোলীয় পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।

খ। একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর যদি সমান্তরাল না থাকে বা অভিসারী বা অপসারী গুচ্ছে পরিণত না হয় তবে আলোর সে প্রতিফলনকে ব্যাপ্ত প্রতিফলন বলে।

ব্যাপ্ত প্রতিফলনের ক্ষেত্রে অমসৃণ তলের বিভিন্ন আপতন বিন্দুতে বিভিন্ন আপতন কোণে আপতিত হয় বলে আনুষাঙ্গিক প্রতিফলন কোণগুলো বিভিন্ন হয়। একারণে বস্তু অনুকূল দেখা যায়।

গ। মনে করি, লেন্সটির ক্ষমতা p

উদ্দীপক হতে, দ্বিগুণ ফোকাস দূরত্ব, $2f = 30\ cm$

$\therefore$ ফোকাস দূরত্ব, $f = 15\ cm$

অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব অবাস্তব বলে, $f = -15\ cm = -0.15\ m$

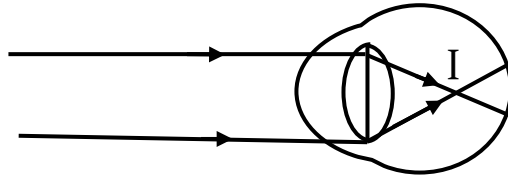
আমরা জানি, $p = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0.15\ m}$

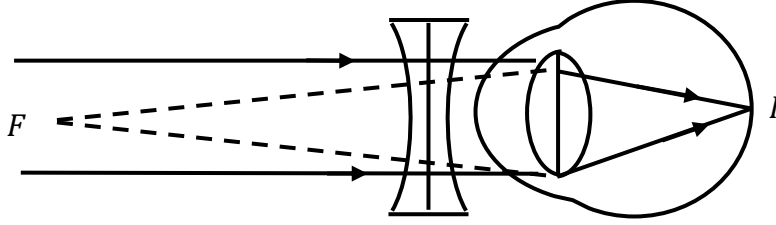
$$\therefore p = -6.67\ D$$

সুতরাং, লেন্সটির ক্ষমতা $-6.67\ D$ ।

ঘ। উদ্দীপকের লেন্স তথা অবতল লেন্স ব্যবহার করে চোখের হ্রস্বদৃষ্টি দূর করা যায়। নিচে আমার মতামত উপস্থাপন করা হলো-

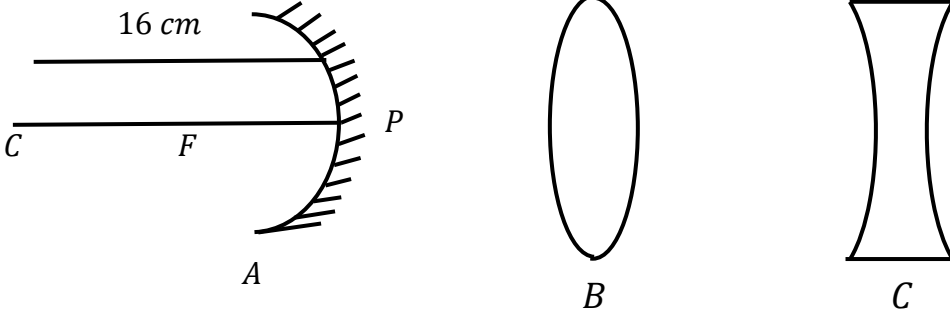
হ্রস্ব ত্রুটিগ্রস্ত বা মায়োপিয়া চোখ দূরের জিনিস স্পষ্টভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস বা বস্তু স্পষ্টভাবে দেখতে পায়। চোখের অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এই ত্রুটি দেখা দেয়।

এক্ষেত্রে দূরবর্তী বস্তু থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার সামনে I বিন্দুতে মিলিত হয়।

দৃষ্টির এ ত্রুটি দূর করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়। কারণ একমাত্র অবতল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব বিম্ব গঠন করে। এই লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুতে গঠন করে।

F
I

এই চশমা লেন্সের অপসারী ক্রিয়া চোখের অভিসারী ক্রিয়ার বিপরীতে ক্রিয়া করে। ফলে অসীম দূরত্বের বস্তু থেকে নির্গত সমান্তরাল আলোক রশ্মি এই সহায়ক লেন্স L এর মধ্য দিয়ে চোখে পড়ার সময় প্রয়োজনমতো অপসারিত হয় এবং অপসারিত রশ্মিগুলো চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনা R এর উপর পড়ে। এই অপসারিত রশ্মিগুলোকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এরা F বিন্দুতে মিলিত হয় ফলে চোখ F বিন্দুতে বস্তুটিকে দেখতে পায়।

এইভাবেই অবতল লেন্স ব্যবহার করে চোখের হ্রস্বদৃষ্টি বা মায়োপিয়া গণিত ত্রুটি দূর করা যায়।

প্রশ্ন ৬

নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর :

ক। দন্ত চিকিৎসায় কোন ধরনের দর্পন ব্যবহার করা হয়?

খ। লেন্সের ক্ষমতা $-3.5\ D$ বলতে কী বুঝায়?

গ। A চিত্রে P হতে 16 সে. মি. দূরে বস্তু থাকলে বিম্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি চিত্র এঁকে বর্ণনা কর।

ঘ। চক্ষু লেন্সের ক্ষমতা বেড়ে যাওয়ার কারণে সৃষ্ট ত্রুটিটি প্রতিকারে উপরের কোন লেন্সটি উপযোগী তুলনামূলক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক। দন্ত চিকিৎসায় অবতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।

খ। লেন্সের ক্ষমতা $-3.5\ D$ বলতে বুঝায়-

১। লেন্সটি অবতল। [যেহেতু, ফোকাস দূরত্ব $(-ve)$]

২। লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব $\left(-\frac{1}{3.5}\right)$ বা $-0.2857\ m$ বা $-28.57\ cm$ ।

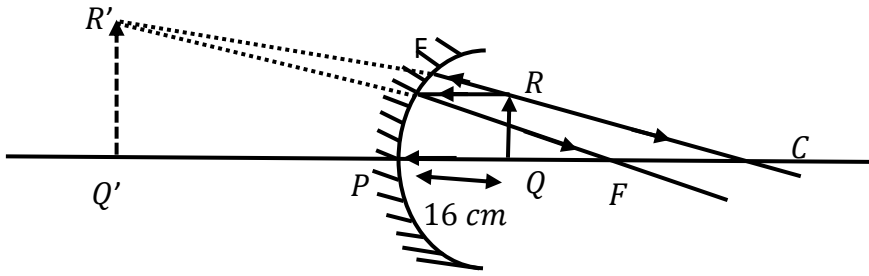
গ। উদ্দীপকের A চিত্র বিশ্লেষণ করে বিম্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি নিচে বর্ণিত হলো—

এখানে, বস্তুর দূরত্ব, $u = 16\ cm$

এবং, অবতল দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = 40\ cm$

$\therefore$ দর্পণের ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{r}{2} = \frac{40\ cm}{2} = 20cm$

তাহলে, বিম্বের দূরত্ব, $v = ?$

R'
Q'
P
Q
F
R
C
16 cm

আমরা জানি, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{20\ cm} - \frac{1}{16\ cm}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{4-5}{80\ cm}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{-1}{80\ cm}$

$\therefore v = -80\ cm$

আবার, $|m| = \left|-\frac{v}{u}\right|$

বা, $|m| = \left|-\frac{-180}{16}\right|$

$\therefore |m| = 5 > 1$

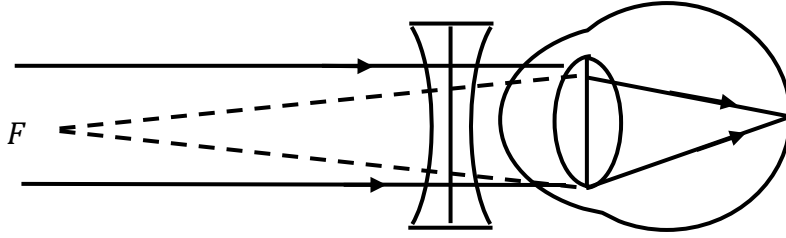
অবস্থান : দর্পণের, পিছনে, মেরু থেকে $80\ cm$ দূরে

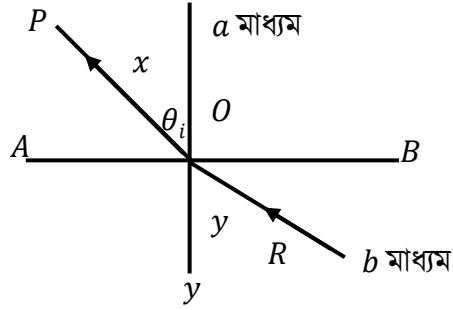
প্রকৃতি : অবাস্তব এবং সোজা

আকার : লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে অত্যন্ত বিবর্ধিত।

ঘ। প্রশ্নে বর্ণিত ত্রুটিটি হল মায়োপিয়া বা ক্ষীণদৃষ্টি উদ্দীপকের দর্পণ ও লেন্সগুলোর মধ্যে C লেন্সটি ব্যবহার উপযোগী এবং এর মাধ্যমে ত্রুটিটির প্রতিকার সম্ভব। যার উপায় রশ্মিচিত্রসহ নিচে বর্ণিত হলো—

চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে যাওয়ার জন্য যে ত্রুটির উদ্ভব হয় তা অবতল লেন্স ব্যবহারের মাধ্যমে দূর করা সম্ভব। কারণ একমাত্র অবতল লেন্সই চোখের সামনের লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে, সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়। এ লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূর বিন্দুতে গঠন করে (চিত্র)। আমরা জানি, অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ফোকাসে গঠিত হয়। সুতরাং অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুর দুরত্বের সমান হতে হবে।

F

প্রশ্ন ৭

নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর :

$$^{a}\eta_{b} = 1.414$$

ক। অ্যাকুয়াস হিউমার কাকে বলে?

খ। a এবং b মাধ্যমের মধ্যে কোন মাধ্যমটি বেশি ঘন? ব্যাখ্যা কর।

গ। b মাধ্যমের সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরাণাঙ্ক নির্ণয় কর।

ঘ। $\theta_1 = 0°$ হলে প্রতিসৃত রশ্মিটি কোন পথে যাবে? স্নেলের সূত্রের আলোকে ব্যাখ্যা কর।

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক। কর্নিয়া ও চক্ষু লেন্সের মধ্যবর্তী স্থান যে স্বচ্ছ লবণাক্ত জলীয় পদার্থে পূর্ণ থাকে ঐ পদার্থকে অ্যাকুয়াস হিউমার বলে।

খ। a ও b মাধ্যমের মধ্যে b মাধ্যমটি ঘন, কারণ a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমে প্রতিসরণাঙ্ক 1.414 যা 1 অপোক্ষা বৃহত্তর। সুতরাং a হালকা মাধ্যম থেকে আলোকরশ্মি যখন b ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন আলোকরশ্মি অভিলম্বের দিকে বেঁকে যায় কারণ এ মাধ্যমে আলোর বেগও পরিবর্তিত হয়। সুতরাং b মাধ্যম ঘন, a মাধ্যম b মাধ্যমের চেয়ে হালকা।

গ। উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে আমরা পাই,

a মাধ্যম সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}^a\eta_b = 1.414$

b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}^b\eta_a = ?$

আমরা জানি, ${}^a\eta_b = \frac{1}{{}^b\eta_a}$

বা, ${}^b\eta_a = \frac{1}{{}^a\eta_b}$

$= \frac{1}{1.414}$

$= 0.707$

(ব্যাখ্যা, ${}^a\eta_b = \frac{n_b}{n_a}$
$= \frac{1}{\frac{n_b}{n_a}}$
$= \frac{1}{{}^b\eta_a}$)

$\therefore$ b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, 0.707

ঘ। উদ্দীপকের আপতন কোণ $= \theta_1 = 0°$ হলে প্রতিসৃত রশ্মিটি কোন দিকে যাবে তা নিচে চিত্রসহ বর্ণনা করা হলো–

স্নেলের সূত্রানুসারে, ${}^a\eta_b = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$

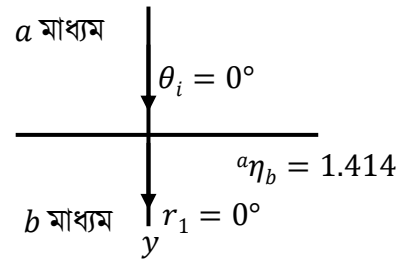
বা ${}^a\eta_b = \frac{\sin \theta_1}{\sin r_1}$

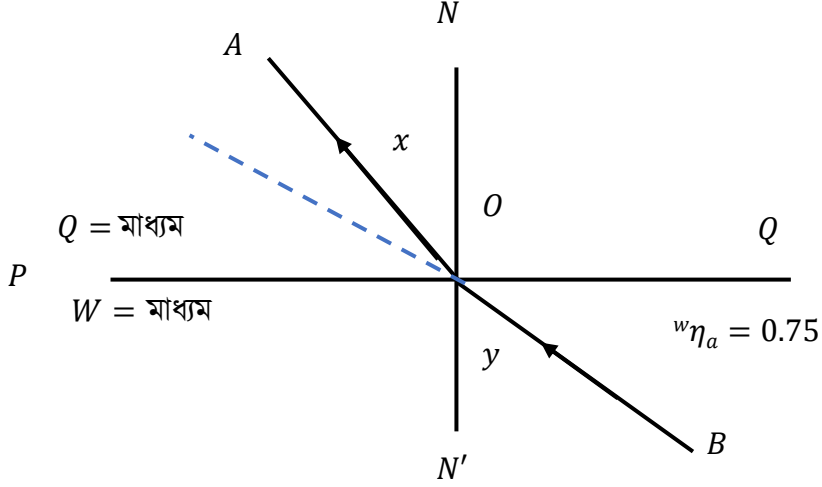
বা $1.414 = \frac{\sin \theta_1}{\sin r_1}$

বা $\sin r_1 = \frac{0}{1.414}$

$\therefore r_1 = \sin^{-1}(0) = 0°$

এখানে,
r_1 = প্রতিসরণ কোণ
i_1 = আপতন কোণ $= \theta_1 = 0°$
${}^a\eta_b = 1.414$

a মাধ্যম
$\theta_i = 0°$
${}^a\eta_b = 1.414$
b মাধ্যম
$r_1 = 0°$
y

সুতরাং, প্রতিসৃত রশ্মি অভিলম্ব বরাবর গমন করবে। যা পাশে চিহ্নিত হলো।

প্রশ্ন ৮

ক। লেন্সের প্রধান ফোকাস কাকে বলে?

খ। কিভাবে রঙিন বস্তুর আলোকীয় উপলব্ধি পাই ব্যাখ্যা কর।

গ। y – এর মান নির্ণয় কর।

ঘ। আলোকরশ্মি "W" মাধ্যমে থেকে "Q" মাধ্যমে যাওয়ার সময় আপতন কোণ $2x$ হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে কি? রশ্মিচিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক। লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল এবং নিকটবর্তী রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দুতে মিলিত হয় (উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে) অথবা যে বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (অবতল লেন্সের ক্ষেত্রে), সেই বিন্দুকে লেন্সের প্রধান ফোকাস বলে।

খ। রঙিন বস্তু আমরা মূলত দেখতে পাই রেটিনার জন্য নীচে তা ব্যাখ্যা করা হলোঃ আমরা যখন কোনো বস্তু দেখি তখন বস্তু থেকে আলো এসে আমাদের চোখে পড়ে। চক্ষু লেন্স কর্তৃক উক্ত আলো প্রতিসরিত হয়ে বস্তুর একটি প্রতিবিম্ব রেটিনায় গঠন করে। রেটিনায় বহুসংখ্যক স্নায়ু থাকে যারা এই অনুভূতি মস্তিষ্কে প্রেরণ করে। মস্তিষ্কে নিখুঁত বিশ্লেষণের পর আমরা সেই বস্তুকে দেখতে পাই। রেটিনা থেকে যে নার্ভগুলো মস্তিষ্কে গিয়েছে সেগুলোর নাম রড ও কোন। এদের মধ্যে কোনগুলো বর্ণ সংবেদনশীল। তিন ধরণের কোন আছে- নীলবর্ণ সংবেদনশীল কোন, লাল বর্ণ সংবেদনশীল কোন এবং সবুজ বর্ণ সংবেদনশীল কোন। কোনো বর্ণ যতই মিশ্র বা জটিল হোক নাকেন চোখ সকল বর্ণকে মাত্র এই তিনটি বর্ণে ধারণ করে। রেটিনার কোনগুলো এই ধারণকৃত তথ্য মস্তিষ্কে প্রেরণ করে। মস্তিষ্ক আবার বিশেষ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে সকল বর্ণকে আলাদা করে দেয়। এইভাবেই আমরা রঙিন বস্তুর আলোকীয় উপলব্ধি পাই।

গ। দেওয়া আছে,

আপতন কোণ, $x = 25°$

প্রতিসরণ কোণ, $y = ?$

প্রতিসরণাঙ্ক, ${}^{w}\eta_a = 0.75$

আমরা জানি, ${}^{a}\eta_b = \frac{1}{{}^{b}\eta_a}$

বা, ${}^{b}\eta_a = \frac{1}{{}^{a}\eta_b}$

বা, ${}^{b}\eta_a = \frac{1}{1.414}$

$\therefore {}^{b}\eta_a = 0.707$

b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, 0.707

ঘ। উদ্দীপক হতে পাই,

$^{w}\eta_{a} = 0.75$

আপতন কোণ, $i = 2 \times 25° = 50°$

ক্রান্তিকোণ θ_c হলে,

আমরা জানি,

$$^{a}\eta_{w} = \frac{1}{\sin\theta_c}$$

বা, $\frac{1}{^{w}\eta_{a}} = \frac{1}{\sin\theta_c}$

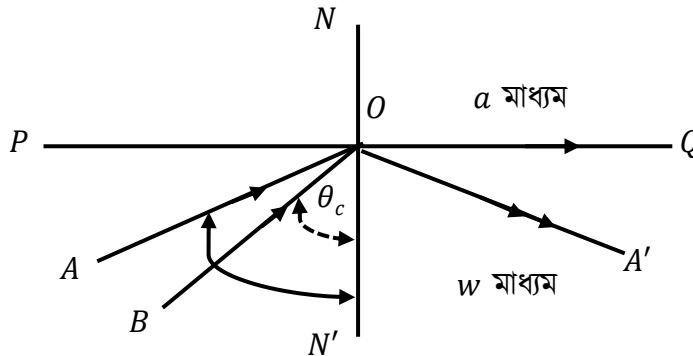
বা, $\frac{1}{0.75} = \frac{1}{\sin\theta_c}$

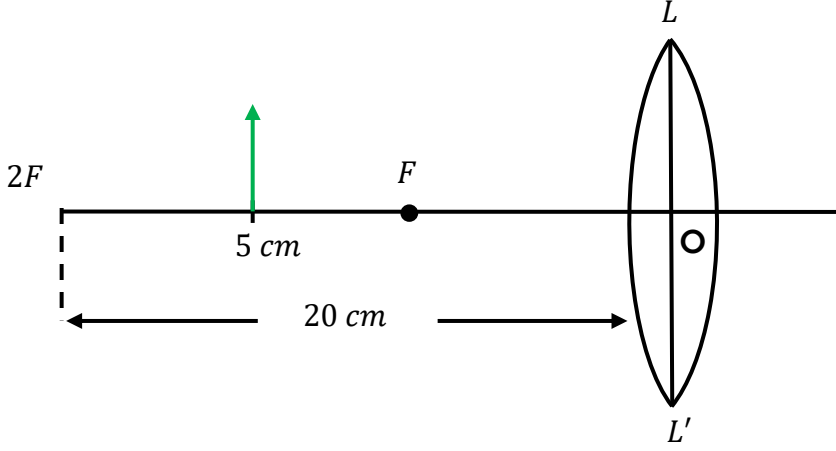
বা, $\theta_c = \sin^{-1}(0.75)$

$\therefore\ \theta_c = 48.59°$

যেহেতু, $i > \theta_c$ এবং আমরা জানি সংকট কোণের চেয়ে বেশি মানে আপতিত হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে।

অতএব, পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে। চিত্রটি নিম্নরূপ-

আলোকরশ্মি W মাধ্যম থেকে a মাধ্যমে গেলে আপতন কোণ $\angle AON'$ এর মান θ_c এর চেয়ে বড়। সেই জন্য AO রশ্মিটি দুই মাধ্যমের বিভেদতলে PQ এর উপর আপতিত হয়ে প্রতিফলনের নিয়মানুসারে OA' পথে প্রতিফলিত হয়ে পূর্বের মাধ্যমে দিয়ে আসে।

প্রশ্ন ৯

L
2F
F
5 cm
20 cm
O
L′

ক। লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কাকে বলে?

খ। সিনেমার পর্দা অমসৃণ হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ। উদ্দীপকের আলোকে BI লক্ষ্যবস্তুটির প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। (যেখানে $BI = 4\ cm$)

ঘ। যদি লক্ষ্যবস্তুটিকে আলোক কেন্দ্র হতে 7 cm দূরে রাখা হয় তবে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের আকৃতি-প্রকৃতি ও অবস্থান পরিবর্তন হবে কি? রশ্মিচিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।

৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক। কোনো লেন্সের আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে। একে f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

খ। আমরাজানি, যেকোনো মসৃণ তলে আলোর প্রতিফলন ঘটে। আলোর প্রতিফলনের ফলে মসৃণ তলের সামনে প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। সিনেমার পর্দাটি যদি মসৃণ হয় তাহলে প্রতিফলনের ফলে পর্দার সামনে প্রতিবিম্ব গঠিত হবে। পর্দার সামনে যাতে প্রতিবিম্ব গঠিত না হতে পারে সেজন্য সিনেমার পর্দাটি অমসৃণ রাখা হয়।

গ। মনে করি, বিম্বের দূরত্ব, v

উদ্দীপক হতে, বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = 20\ cm$

$\therefore$ ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{r}{2} = \frac{20\ cm}{2} = 10\ cm$

লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 10\ cm + 5\ cm = 15\ cm$

আমরা জানি, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{10\ cm} - \frac{1}{15\ cm}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{15 - 10}{150\ cm}$

$\therefore v = 30\ cm$

আবার,আমরা জানি বিবর্ধন, $m = \frac{v}{u}$

বা, $\frac{l'}{l} = \frac{v}{u}$

বা, $l' = \frac{v}{u} \times l$

বা, $l' = \frac{30\ cm}{15\ cm} \times 4\ cm$

$\therefore l' = 8\ cm$

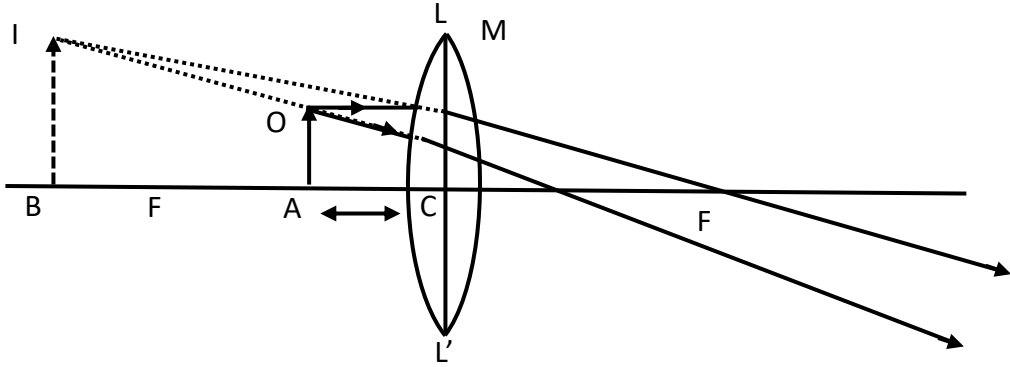
এখানে, প্রশ্নানুসারে,
বিম্বের দৈর্ঘ্য, $l = 4\ cm$

অতএব, প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য $8\ cm$ ।

ঘ। দেওয়া আছে, লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 7\ cm$

ফোকাস দূরত্ব, $f = 10\ cm$

অর্থাৎ লক্ষ্যবস্তু উত্তল লেন্সের মেরু ও প্রধান ফোকাসের মাঝে অবস্থিত। নিচে রশ্মিচিত্র অঙ্কন করে বিম্বের আকৃতি, প্রকৃতি ও অবস্থান বিশ্লেষণ করা হলো–

অবাস্তব প্রতিবিম্ব : যখন লক্ষ্যবস্তু OA আলোক কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে অবস্থিত, তখন OA থেকে একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র বরাবর ও একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে বিবেচনা করলে প্রতিসরণের পর পরস্পর অপসারী হয়। এগুলোকে পেছন দিকে বাড়ালে I বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। I থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত IB লম্বই OA – এর প্রতিবিম্ব।

অবস্থানঃ লক্ষ্য বস্তু যে পাশে রয়েছে ওইপাশে এর বাইরে।

প্রতিবিম্বের আকৃতি: বিবর্ধিত।

প্রকৃতি : অবাস্তব ও সোজা

প্রশ্ন ১০

একটি লেন্সে কোনো বস্তুর বাস্তব প্রতিবিম্বের দূরত্ব 100 cm এবং রৈখিক বিবর্ধন 1.25 ।

ক। দর্পণের মেরু কাকে বলে?

খ। মসৃণ তল উজ্জ্বল কিন্তু অমসৃণ তল অনুজ্জ্বল দেখায় কেন?

গ। লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর।

ঘ। উদ্দীপকে উল্লেখিত লেন্স কীভাবে, কোন ধরনের ত্রুটিগ্রস্থ চোখের দৃষ্টি সহায়ক হিসাবে কাজ করে? রশ্মিচিত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ কর।

১০নং প্রশ্নের উত্তর

ক। গোলীয় দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্যবিন্দুকে ঐ দর্পণের মেরু বলে।

খ। যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো মসৃন তলে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ বা অভিসারী বা অপসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত হয় তবে এ ধরনের প্রতিফলনকে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন বলে। ব্যাপ্ত প্রতিফলনের ক্ষেত্রে প্রতিফলনের পর প্রাপ্ত রশ্মিগুচ্ছ সমান্তরাল বা অভিসারী বা অপসারী ধরনের হয় না। নিয়মিত প্রতিফলনের ফলে বস্তুকের উজ্জ্বল দেখায়, অপরদিকে ব্যাপ্ত প্রতিফলনের ফলে বস্তুকে অনুজ্জ্বল দেখায়। কারণ, এক্ষেত্রে, প্রতিবারে প্রতিফলন থেকে ভিন্ন ভিন্ন হয়।

মসৃণ তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে এবং অমসৃণ তলে আলোর ব্যাপ্ত প্রতিফলন ঘটে। তাই মসৃণ তল উজ্জ্বল এবং অমসৃণ তল অনুজ্জ্বল দেখায়।

গ। দেওয়া আছে, বিম্বের দূরত্ব $v = 100\ cm$

রৈখিক বিবর্ধন, $m = 1.25$

আমরা জানি, $m = \frac{v}{u}$

বা, $1.25 = \frac{v}{u}$

বা, $u = \frac{v}{1.25}$

বা, $u = \frac{100\ cm}{1.25}$

$\therefore u = 80\ cm$

আবার, $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$

বা, $\frac{1}{f} = \frac{u + v}{uv}$

বা, $\frac{1}{f} = \frac{80\ cm + 100\ cm}{80\ cm \times 100\ cm}$

বা, $\frac{1}{f} = \frac{9}{400\ cm}$

বা, $\frac{1}{f} = \frac{1}{44.44\ cm}$

বা, $\frac{1}{f} = \frac{1}{44.44 \times 10^{-2}\ m}$

$\therefore P = 2.25\ D$

সুতরাং, উদ্দীপকের লেন্সটির ক্ষমতা $+2.25\ D$.

ঘ। উদ্দীপকের লেন্সটি হলো উত্তল লেন্স। উত্তল লেন্স দিয়ে চোখের দীর্ঘ দৃষ্টি ত্রুটি বা হাইপারমেট্রোপিয়া প্রতিকার করা হয়। নিচে রশ্মি চিত্র অঙ্কনের মাধ্যমে তা দেখানো হলো—

দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটিগ্রস্ত চোখ কাছের জিনিস স্পস্ট দেখতে পায় না। চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বেড়ে গেলে অর্থাৎ, অভিসারী ক্ষমতা কমে গেলে চোখে এ ধরনের ত্রুটি দেখা দেয় চিত্র-(ক)। এক্ষেত্রে চোখের সামনে লক্ষ্যবস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। এ চোখের নিকট বিন্দু N থেকে দূরে সরে O বিন্দুতে চলে যায় যা 25 cm এর চেয়ে অনেক বেশি । তাই এ চোখে O এর চেয়ে নিকটবর্তী স্থানের বস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। [চিত্র (খ)] চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ার দরুন এ ত্রুটির উদ্ভব হয়। তাই এ ত্রুটি দূর করতে চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বাড়াতে হয়। এ জন্যে সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।

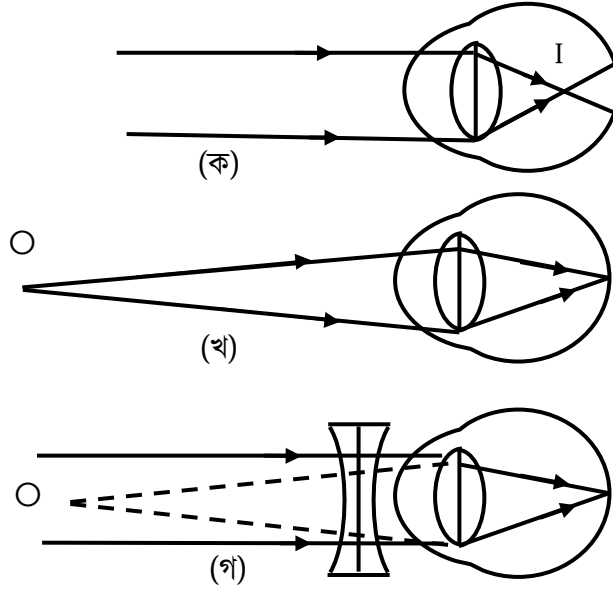
I

(ক)

O

(খ)

O

(গ)

তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। এক্ষেত্রে তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N- এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু O-তে গঠন করে। ফলে দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটিগ্রস্ত চোখ কাছের বস্তুকে দেখতে পায়।

SOLVED MCQ

৬১. কোনটির প্রতিসরণাঙ্ক সবচেয়ে বেশি?

(ক) বায়ু (খ) পানি (গ) হীরা (ঘ) কাঁচ

সঠিক উত্তর – (গ)

৬৩. বাতাস থেকে আলোক রশ্মি $n - 1.6$ মাধ্যমে $45°$ তে আপতিত হয়েছে। এটি কত ডিগ্রি কোণে দ্বিতীয় মাধ্যমে প্রবেশ করবে?

(ক) $36°$ (খ) $64°$ (গ) $54°$ (ঘ) $26°$

সঠিক উত্তর – (ঘ)

৬৬. হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক কত?

(ক) 1.52 (খ) 1.33 (গ) 1.68 (ঘ) 2.42

সঠিক উত্তর – (ঘ)

৬৯. আলো তির্যকভাবে হালকা মাধ্যমে হতে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করলে প্রতিসরিত রশ্মির কী ঘটে?

(ক) অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যায় (খ) অভিলম্বের দিকে বেঁকে যায়
(গ) অভিলম্ব বরাবর চলে যায় (ঘ) আপতিত রশ্মি বরাবর চলে যায়

সঠিক উত্তর – (খ)

৭১. নিচের কোনটির প্রতিসরণাঙ্ক 1.52?

(ক) বাতাস (খ) পানি (গ) সাধারণ কাচ (ঘ) হীরা

সঠিক উত্তর – (গ)

৭২. আলোর প্রতিসরণের সূত্র কয়টি?

(ক) একটি (খ) দুইটি (গ) তিনটি (ঘ) চারটি

সঠিক উত্তর – (খ)

৭৪. আলো ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে প্রতিসৃত হলে–

(ক) $i > r$ (খ) $i = r$ (গ) $i \geq r$ (ঘ) $i < r$

সঠিক উত্তর – (ঘ)

৭৬. আলোক রশ্মি শূন্য মাধ্যম হতে b মাধ্যমে প্রবেশ করলে শূন্য মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক হবে–

(ক) ${}_a\eta_b = \frac{\sin r}{\sin i}$ (খ) $\eta_b = \frac{\sin i}{\sin r}$ (গ) $\eta_b = \frac{\sin r}{\sin i}$ (ঘ) ${}_b\eta = \frac{\sin i}{\sin r}$

সঠিক উত্তর – (খ)

৭৮. বায়ু সাপেক্ষে কেরোসিনের প্রতিসরণাঙ্ক 1.44 হলে কেরোসিন সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক কত?

(ক) 0.69 (খ) 0.89 (গ) 1.44 (ঘ) 2.88

সঠিক উত্তর – (ক)

৮০. বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.5 বায়ু থেকে কাচে আলো প্রবেশের সময় আপতন কোণ 30° হলে প্রতিসরণ কোণের মান কত?

(ক) 17.47° (খ) 23.45° (গ) 19.47° (ঘ) 15.45°

সঠিক উত্তর – (গ)

৮২. নির্দিষ্ট মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কের মান কোনটির উপর নির্ভর করে?

(ক) মাধ্যমের ঘনত্ব (খ) আপতন কোণ (গ) আলোর রং (ঘ) প্রতিসরণ কোণ

সঠিক উত্তর – (ঘ)

৮৪. জলাশয়ের নিচে স্থপিত বাতি থেকে আলো পানির উপরিতলে আপতিত হয়ে 45° কোণে প্রতিসরিত হলে আপতন কোণ কত হবে? (পানির প্রতিসরণাঙ্ক 4/3)

(ক) 70.53° (খ) 54.2° (গ) 45° (ঘ) 32°

সঠিক উত্তর – (ক)

৮৭. কাচ থেকে বায়ুতে প্রতিসরণের ক্ষেত্রে আপতন কোণ 40° এবং প্রতিসরণ কোণ 60° হলে কাচ সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক কত?

(ক) 0.74 (খ) 1.35 (গ) 0.89 (ঘ) 1.41

সঠিক উত্তর – (ক)

৮৮. কাচের প্রতিসরণাঙ্ক $\sqrt{2}$ হলে, বায়ুর সাপেক্ষে কাচের সংকট কোণ কত?

(ক) 45° (খ) 90° (গ) 25° (ঘ) 65°

সঠিক উত্তর – (ক)

৯১. কোনটি পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হওয়ার শর্ত?

(ক) আপতন কোণ = ক্রান্তি কোণ (খ) আপতন কোণ > ক্রান্তি কোণ

(গ) আপতণ কোণ < ক্রান্তি কোণ (ঘ) আপতন কোণ > প্রতিসরণ কোণ

সঠিক উত্তর – (গ)

৯২. মরুভূমিতে নিচের বায়ু–

(ক) উত্তপ্ত ও হালকা হয় (খ) উত্তপ্ত ও ঘন হয় (গ) ঠান্ডা ও হালকা হয় (ঘ) ঠান্ডা ও ঘন হয়

সঠিক উত্তর – (ক)

৯৫. পানির পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের উদাহরণ কোনটি?

(ক) মেঘ (খ) বৃষ্টি (গ) কুয়াশা (ঘ) রংধনু

সঠিক উত্তর – (ঘ)

৯৯. একগুচ্ছ অপটিক্যাল ফাইবারকে বলা হয়–

(ক) আলোক যন্ত্র (খ) আলোক নল (গ) অণুবীক্ষণ যন্ত্র (ঘ) জটিল অনুবীক্ষণ যন্ত্র

সঠিক উত্তর – (খ)

১০১. ফাইবারে কোন রশ্মি ব্যবহৃত হয়?

(ক) এক্স-রে (খ) গামা (গ) বিটা (ঘ) অবলাল

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১০৩. অপটিক্যাল ফাইবার কী?

(ক) কাঠ (খ) সরু কাচ (গ) মোটা কাচ (ঘ) খুব সরু ও নমনীয় কাচ তন্তু

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১০৭. অপটিক্যাল ফাইবার কোথায় ব্যবহৃত হয়?

(ক) প্রকৌশল কাজে (খ) চিকিৎসার কাজে (গ) জ্যোতিষির কাজে (ঘ) গাড়ির কাজে

সঠিক উত্তর – (খ)

১১০. নিচের কোনটির সাহায্যে পানির নিচ থেকে উপরের দৃশ্য দেখা সম্বব?

(ক) টর্চ লাইট (খ) দর্পণ (গ) পেরিস্কোপ (ঘ) অণুবীক্ষণ যন্ত্র

সঠিক উত্তর – (গ)

১১২. প্রিজমের যে তল দিয়ে আলোকরশ্মি প্রবেশ করে এবং বের হয়ে যায় তাকে কী বলে?

(ক) প্রিজম তল (খ) ত্রিভুজাকৃতি তল (গ) সমতলীয় পৃষ্ঠ (ঘ) প্রতিসারক তল

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১১৫. অবতল লেন্সের প্রতিবিম্বের বেলায় কোনটি সঠিক নয়?

(ক) অবাস্তব (খ) সোজা (গ) ছোট (ঘ) অবস্থান ফোকাস বিন্দুর বাইরে

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১১৭. সমতল লেন্সের বক্রতার কেন্দ্র কোথায় অবস্থিত?

(ক) প্রধান ফোকাসে (খ) গৌণ ফোকাসে (গ) অসীমে (ঘ) ফোকাস তলে

সঠিক উত্তর – (গ)

১২০. লেন্স প্রধানত কয় প্রকার?

(ক) এক (খ) দুই (গ) তিন (ঘ) চার

সঠিক উত্তর – (খ)

১২৪. লেন্সের প্রধান ফোকাস কয়টি?

(ক) ১টি (খ) ২টি (গ) ৩টি (ঘ) ৪টি

সঠিক উত্তর – (খ)

১২৯. লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল এবং নিকটবর্তী রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর কোনো বিন্দুতে মিলিত হলে তাকে বলা হয়—

(ক) উত্তল লেন্সের প্রধান ফোকাস (খ) উত্তল লেন্সের গৌণ ফোকাস

(গ) অবতল লেন্সের প্রধান ফোকাস (ঘ) অবতল লেন্সের গৌণ ফোকাস

সঠিক উত্তর – (ক)

১৩৩. উত্তল লেন্সের লক্ষ্যবস্তুর অসীমে হলে এর প্রতিবিম্বের আকৃতি কিরূপ হবে?

(ক) খর্বিত (খ) আকারে সমান (গ) বিবর্ধিত (ঘ) অত্যন্ত খর্বিত

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১৩৭. উত্তল লেন্সের লক্ষ্যবস্তুর লেন্স থেকে $2f$ এর বেশি দূরত্বে অবস্থিত হলে বিম্বের প্রকৃতি কেমন হবে?

(ক) অসদ, উল্টো ও খর্বিত (খ) সদ, উল্টো ও লক্ষ্যবস্তুর সমান

(গ) সদ, সোজা ও খর্বিত (ঘ) সদ, উল্টো ও খর্বিত

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১৩৯. $15\ cm$ ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্সের আলোক কেন্দ্র হতে অক্ষের উপর $20\ cm$ দূরে রাখা বস্তুর জন্য সৃষ্ট প্রতিবিম্বের দূরত্ব 'v' এর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?

(ক) $v > 30\ cm$ (খ) $v = 30\ cm$ (গ) $v < 30\ cm$ (ঘ) $v = 20\ cm$

সঠিক উত্তর – (ক)

১৪২. $+2\ D$ দ্বারা কোনটি বুঝায়?

(ক) লেন্সটি অবতল
(খ) লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব 2 মিটার
(গ) লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব 6 সে. মি.
(ঘ) লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব 50 সে. মি.

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১৪৯. $-2\ D$ বলতে কী বোঝায়?

(ক) লেন্সটি উত্তল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 1 মিটার
(খ) লেন্সটি অবতল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 1 মিটার
(গ) লেন্সটি উত্তল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 50 সে. মি.
(ঘ) লেন্সটি অবতল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 50 সে. মি.

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১৫১. কোন ব্যক্তি চশমা হিসেবে $20\ cm$ ফোকাস দূরত্বের অবতল লেন্স ব্যবহার করে ঐ লেন্সের ক্ষমতা কত?

(ক) $-5\ D$ (খ) $5\ D$ (গ) $5\ m$ (ঘ) $-5\ m$

সঠিক উত্তর – (ক)

১৫৬. চক্ষু বিশেষজ্ঞরা চশমার কাচের ক্ষমতা লিখেন কোন এককে?

(ক) মিটার (খ) সেন্টিমিটার (গ) রেডিয়ান (ঘ) ডায়াপ্টার

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১৬০. $50\ cm$ ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্সের ক্ষমতা কত?

(ক) $-2\ D$ (খ) $-0.2\ D$ (গ) $0.2\ D$ (ঘ) $2\ D$

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১৬৩. $+2\ D$ ক্ষমতার একটি লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কত?

(ক) $0.2\ m$ উত্তল (খ) $0.5\ m$ উত্তল (গ) $0.5\ m$ অবতল (ঘ) $0.2\ m$ অবতল

সঠিক উত্তর – (খ)

১৬৭. দুই চোখ দিয়ে বস্তু দেখলে দুটি ভিন্ন প্রতিবিম্বের কি ঘটবে?

(ক) সমাপাতন (খ) উপরিপাত (গ) উর্ধপাত (ঘ) অবনতিপাত

সঠিক উত্তর – (খ)

১৭০. রেটিনায় বাস্তব ও উল্টা প্রতিবিম্ব গঠিত হলে ও মস্তিষ্কের বিশেষ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে আমরা বস্তুকে দেখি—

(ক) অবাস্তব ও উল্টা (খ) অবাস্তব ও সোজা (গ) বাস্তব ও উল্টা (ঘ) বাস্তব ও সোজা

সঠিক উত্তর – (ঘ)

১৭২. রেটিনার উপর বিম্ব বা আলো পড়লে কোথায় উত্তেজনা সৃষ্টি হয়?

(ক) মস্তিষ্কে (খ) কর্ণিয়ায় (গ) স্নায়ুতন্ত্রে (ঘ) চক্ষুলেন্সে

সঠিক উত্তর – (গ)

১৭৫. চোখের কোথায় কোন বস্তুর উল্টো প্রতিবিম্ব গঠিত হয়?

(ক) অ্যাকুয়াস হিউমারে (খ) রেটিনায় (গ) চোখের লেন্সে (ঘ) চোখের মণিতে

সঠিক উত্তর – (খ)

১৭৮. স্বাভাবিক চোখের দূর বিন্দু হচ্ছে—

(ক) চোখ হতে অসীম দূরে (খ) চোখ হতে $25\ cm$ দূরে

(গ) চোখ হতে $50\ cm$ দূরে (ঘ) চোখ হতে সসীম দূরে

সঠিক উত্তর – (ক)

১৮০. স্বাভাবিক বয়স্ক ব্যক্তির স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব কত?

(ক) 50 সে. মি. (খ) 25 সে. মি. (গ) 15 সে. মি. (ঘ) 5 সে. মি.

সঠিক উত্তর – (খ)

১৮৪. একজন লোক চোখের সামনে বই রেখে পড়তে গেলে মাথা ব্যথা করে। তাকে কী ধরনের লেন্সের চশমা ব্যবহার করা উচিত?

(ক) উত্তল লেন্স (খ) অবতল লেন্স (গ) সমতল লেন্স (ঘ) সমতলোত্তল লেন্স

সঠিক উত্তর – (ক)

১৮৭. দূরদৃষ্টির জন্য চোখের সামনে লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব রেটিনার কোথায় গঠিত হয়?

(ক) সামনে (খ) সমতলে (গ) পেছনে (ঘ) বিম্ব গঠিত হয় না

সঠিক উত্তর – (গ)

১৯০. নিচের কোনটিকে দৃষ্টির প্রধান ত্রুটি বলা হয়?

(ক) ক্ষীণ দৃষ্টি এবং দূরদৃষ্টি (খ) চালশে এবং নকুলান্ধতা
(গ) ক্ষীণ দৃষ্টি এবং চালশে (ঘ) দূর দৃষ্টি এবং নকুলান্ধতা

সঠিক উত্তর – (ক)

১৯৩. ক্ষীণ দৃষ্টি সম্পন্ন ব্যক্তির চশমায় কোন লেন্স ব্যবহৃত হয়?

(ক) সমতল (খ) উত্তল (গ) অবতল (ঘ) সমতলাবতল

সঠিক উত্তর – (গ)

১৯৪। জহির শ্রেণিকক্ষের পেছনে বসে ব্লাকবোর্ডের লেখা স্পষ্ট দেখতে পায় না। এক্ষেত্রে জহিরের চোখের কি ধরনের ত্রুটি হয়েছে?

(ক) দীর্ঘ দৃষ্টি (খ) হ্রস্ব দৃষ্টি (গ) চালসে (ঘ) দূরবন্ধ দৃষ্টি

সঠিক উত্তর – (খ)

১৯৬. ক্ষীণদৃষ্টি দূর করার জন্য ব্যবহৃত অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কত?

(ক) ক্ষীণ দৃষ্টির ক্ষুদ্রতম দূরত্বের সমান
(খ) ক্ষীণ দৃষ্টির দীর্ঘতম দূরত্বের সমান
(গ) হাইপার মেট্রোপিয়ার দীর্ঘতম দূরত্বের সমান
(ঘ) মাইওপিয়ার ক্ষুদ্রতম দূরত্বের সমান

সঠিক উত্তর – (খ)

১৯৯. নিচের কোনটির কারণে দূরদৃষ্টি ত্রুটি দেখা দেয়–

(ক) চোখের অভিসারী লেন্সের ক্ষমতা বেড়ে গেলে
(খ) চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে
(গ) অক্ষি গোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে
(ঘ) চোখের অভিসারী ক্ষমতা কমে গেলে

সঠিক উত্তর – (ঘ)

২০১. আমরা কিভাবে একটি বস্তুকে দেখি–

(ক) চোখ থেকে আলো বস্তুর উপর পড়লে
(খ) চোখে বস্তুর ছায়া পড়লে
(গ) বস্তু থেকে আলো চোখে পড়লে
(ঘ) চোখের ছায়া বস্তুতে পড়লে

সঠিক উত্তর – (গ)

২০২. কোন কয় ধরনের?

(ক) দুই
(খ) তিন
(গ) চার
(ঘ) পাঁচ

সঠিক উত্তর – (খ)

২০৫. রেটিনার উপর আলো পড়লে রড ও কোণ কোষসমূহ সেই আলোকে গ্রহণ করে তাকে পরিণত করে–

(ক) শব্দ প্রেরণায়
(খ) আলোক প্রেরণায়
(গ) তড়িৎ প্রেরণায়
(ঘ) চুম্বক প্রেরণায়

সঠিক উত্তর – (গ)

২১০. হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে আলোক রশ্মি গমন করলে—

i. $\angle i$ হতে $\angle r$ বেশি হবে
ii. $\angle r$ হতে $\angle i$ বেশি হবে
iii. আলোর রশ্মি অভিলম্বের দিকে সরে আসবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) *i* ও *ii* (খ) *ii* ও *iii* (গ) *i* ও *iii* (ঘ) *i, ii* ও *iii*

সঠিক উত্তর – (খ)

২১৩. আপতন কোণ ক্রান্তিকোণের চেয়ে বড় হলে—

i. আলো সম্পূর্ণরূপে শোষিত হয়
ii. আলো সম্পূর্ণরূপে প্রতিফলিত হয়
iii. আলো সম্পূর্ণরূপে একই মাধ্যমে ফিরে আসে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) *i* ও *ii* (খ) *ii* ও *iii* (গ) *i* ও *iii* (ঘ) *i, ii* ও *iii*

সঠিক উত্তর – (খ)

২১৭. অসীম দূরত্বে উত্তল লেন্সের সামনে রাখা একটি বস্তুর প্রতিবিম্ব—

i. বাস্তব ও উল্টো হবে
ii. অত্যন্ত খর্বিত হবে
iii. বক্রতার কেন্দ্রে অবস্থিত হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) *i* ও *ii* (খ) *ii* ও *iii* (গ) *i* ও *iii* (ঘ) *i, ii* ও *iii*

সঠিক উত্তর – (ক)

২২১. লেন্সের ক্ষমতা বেশি হওয়ার অর্থ হচ্ছে—

i. ফোকাস দূরত্ব কম
ii. ফোকাস দূরত্ব ধনাত্মক
iii. প্রধান ফোকাস হতে আলোক কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব অসদ

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) *i* ও *ii* (খ) *ii* ও *iii* (গ) *i* ও *iii* (ঘ) *i, ii* ও *iii*

সঠিক উত্তর – (ক)

২২৬. লেন্সের ক্ষমতা $-4\ D$ বলতে বোঝায়—

i. লেন্সটি অবতল
ii. লেন্সটি প্রধান অক্ষের $25\ cm$ দূরের কোন বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে
iii. লেন্সটি প্রধান অক্ষের $4\ cm$ দূরের কোন বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর – (ক)

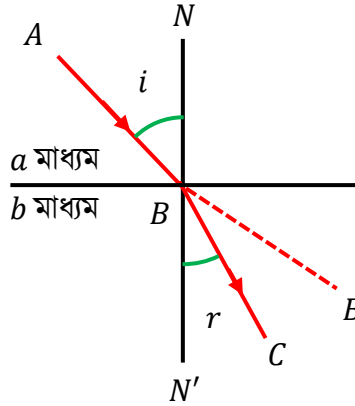
২২৯. দীর্ঘ দৃষ্টির কারণ হলো—

i. চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা হ্রাস পাওয়া
ii. অক্ষি গোলকের ব্যাসার্ধ হ্রাস পাওয়া
iii. চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বেড়ে যাওয়া

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর – (ঘ)

❑ চিত্রটি লক্ষ্য কর ২৩৪–২৩৬নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

২৩৪. চিত্রের আপতন কোণকে প্রকাশ কর—

(ক) $\angle AON'$ (খ) $\angle CON'$ (গ) $\angle BOC$ (ঘ) $\angle AON$

সঠিক উত্তর – (ঘ)

২৩৫. নির্দিষ্ট রঙের জন্য আপতন কোণ ও প্রতিসরণ কোণের সম্পর্কটি লিখ।

(ক) $\frac{\sin r}{\sin i} =$ ধ্রুব (খ) $\frac{\cos r}{\cos i} =$ ধ্রুব (গ) $\frac{\sin i}{\sin r} =$ ধ্রুব (ঘ) $\frac{\cos i}{\cos r} =$ ধ্রুব

সঠিক উত্তর – (গ)

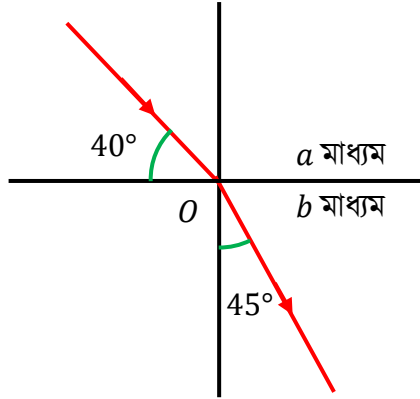
২৩৬. চিত্রের সাথে সম্পর্কিত বাক্যগুলো লক্ষ কর—

i. a মাধ্যমের চেয়ে b মাধ্যমের ঘনত্ব বেশি
ii. প্রতিসরণ কোণ $\angle CON'$
iii. OB প্রতিসরিত রশ্মি

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর – (ক)

❑ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং ২৩৭ ও ২৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

২৩৭. ${}_a\eta_b = ?$

(ক) 1.225 (খ) 1.532 (গ) 1.08 (ঘ) 2.391

সঠিক উত্তর – (গ)

২৩৮. উদ্দীপক অনুসারে—

i. $\eta_a > \eta_b$
ii. $\eta_a < \eta_b$
iii. $c_a > cb$

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

সঠিক উত্তর – (খ)